



Universidad  
Carlos III de Madrid

INGENIERÍA INFORMÁTICA

## Proyecto Fin de Carrera

# CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo

TUTOR: Antonio Jesús de Castro González

DIRECTOR: Alejandro Calderón Mateos

AUTOR: Miguel Ángel García Gómez

Leganés, 15 de Junio de 2010

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	ii

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	iii

Título: CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo

Autor: Miguel Ángel García Gómez

Director: Alejandro Calderón Mateos

## EL TRIBUNAL

Presidente: Fernando López Martínez

Vocal: Susana Briz Pacheco

Secretario: Borja Maximiliano Bergua Guerra

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 18 de Junio de 2010 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	iv

# Agradecimientos

Agradezco a todos los miembros del laboratorio LIR de la universidad Carlos III, por su apoyo, y, en especial, a Samuel Rodríguez Sevilla, por su inestimable ayuda y paciencia.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	vi

# Resumen

CASIMIR Web es una interfaz gráfica, desarrollada como aplicación Web, para crear simulaciones de transmitancia y radiancia en el infrarrojo.

Se comunica con una herramienta, que es la que realiza los cálculos enviados a través de CASIMIR Web, y que está ejecutándose en un clúster.

Los resultados son enviados a la aplicación Web y se muestran a través de la misma.

**Palabras clave:** Aplicación Web. Comunicación con un clúster. Creación de simulaciones de transmitancia y radiancia en el infrarrojo.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	viii



# Abstract

CASIMIR Web is a graphical user interface, developed as a Web application to create simulations of transmittance and radiance in the infrared.

CASIMIR Web establishes communication with CASIMIR Cluster, which is a tool that makes all the calculations with the parameters submitted by CASIMIR Web. As its name suggest, CASIMIR Cluster, is continuously running on a Cluster.

The results are sent to the Web application and displayed in it.

**Keywords:** Web Application. Communication with cluster. Create simulations of transmittance and radiance in the infrared.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1.1. <i>Teledetección</i> .....	1
1.1.2. <i>LIR como laboratorio dedicado a la teledetección IR</i> .....	2
1.1.3. <i>Efecto de la atmósfera en un problema de teledetección</i> .....	2
1.1.4. <i>Fundamentos físicos de la interacción radiación-materia</i> .....	5
1.1.5. <i>Ley de Lambert-Beer. Transmitancia</i> .....	6
1.1.6. <i>Transmitancia atmosférica</i> .....	8
1.1.7. <i>Adquisición con HITRAN y programa TRANS-HITRANPC</i> .....	11
1.1.8. <i>Problemas TRANS-HITRANPC</i> .....	11
1.1.9. <i>CASIMIR Windows</i> .....	12
1.2. RESTO DEL DOCUMENTO .....	13
<b>2. ESTADO DE LA CUESTIÓN .....</b>	<b>14</b>
2.1. HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS .....	14
2.1.1. <i>Grails</i> .....	14
2.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS DE LA APLICACIÓN .....	21
2.3. OTRAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS .....	21
<b>3. ANÁLISIS .....</b>	<b>22</b>
2.1. CASIMIR .....	22
2.1.1. <i>CASIMIR Clúster</i> .....	22
2.1.2. <i>Evolución de CASIMIR</i> .....	25
2.2. INTERFAZ DE CASIMIR .....	26
2.2.1. <i>Requisitos de Usuario</i> .....	26
2.2.2. <i>Requisitos Software</i> .....	32
<b>4. DISEÑO .....</b>	<b>46</b>
4.1. INTRODUCCIÓN. DISEÑO DE TRES CAPAS .....	46
4.2. DISEÑO DE LOS DATOS .....	47
4.3. DISEÑO DE LA INTERFAZ .....	49
4.4. DISEÑO LÓGICO .....	60
4.4.1. <i>Diagrama de Componentes</i> .....	60
4.4.2. <i>Diagrama de Clases</i> .....	60
<b>5. IMPLANTACIÓN, MANUAL DE USUARIO Y PRUEBAS .....</b>	<b>81</b>
5.1. IMPLANTACIÓN .....	81
5.2. MANUAL DE USUARIO .....	83
5.2.1. <i>Acceso a la aplicación</i> .....	83
5.2.2. <i>Pantalla principal</i> .....	84
5.2.3. <i>Creación de una simulación</i> .....	85
5.2.4. <i>Listado de grupos y simulaciones</i> .....	92
5.2.5. <i>Cambiar datos personales</i> .....	93
5.2.6. <i>Menú de administrador</i> .....	93
5.2.7. <i>Menú de ayuda</i> .....	95

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xi

5.3. PRUEBAS.....	95
5.3.1. Prueba Transmitancia número 1 .....	96
5.3.2. Prueba Transmitancia número 2 .....	97
5.3.3. Prueba Transmitancia número 3 .....	98
5.3.4. Prueba Transmitancia número 4 .....	99
5.3.5. Prueba Transmitancia número 5 .....	100
5.3.6. Prueba Transmitancia número 6 .....	102
5.3.7. Prueba Transmitancia número 7 .....	103
5.3.8. Prueba Transmitancia número 8 .....	104
5.3.9. Prueba Transmitancia número 9 .....	105
5.3.10. Prueba Transmitancia número 10 .....	106
5.3.11. Prueba Transmitancia número 11 .....	107
5.3.12. Prueba Radiancia número 1 .....	108
5.3.13. Prueba Radiancia número 2 .....	110
5.3.14. Conclusiones de las pruebas .....	112
<b>6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....</b>	<b>113</b>
6.1. PLANIFICACIÓN.....	113
6.2. PRESUPUESTO .....	114
<i>Recursos materiales utilizados .....</i>	<i>114</i>
<i>Salarios por categoría.....</i>	<i>115</i>
<i>Gastos de personal imputables al proyecto.....</i>	<i>116</i>
<i>Gastos indirectos .....</i>	<i>116</i>
<i>Resumen del presupuesto.....</i>	<i>116</i>
6.3. CONCLUSIONES.....	117
6.4. TRABAJO FUTURO .....	117
<b>APÉNDICE I. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>119</b>
<b>APÉNDICE II. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES .....</b>	<b>120</b>

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xii

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espectro electromagnético.....	2
Figura 2. División de la atmósfera en capas .....	3
Figura 3. Perfil vertical de temperatura y concentración de diferentes gases para una atmósfera estándar .....	5
Figura 4. Ejemplo de un sistema de dos niveles de energía .....	5
Figura 5. Espectro de transmitancia de CO <sub>2</sub> , obtenido mediante la base de datos espectral HITEMP para una concentración de 600ppm, un camino óptico de 0.1m y con una resolución de 0.0667 cm <sup>-1</sup> .....	7
Figura 6. Bandas de absorción en el IR de gases de interés medioambiental [Briz, 2001] .....	7
Figura 7. Concentración en volumen de CO <sub>2</sub> en función del año, medida en el observatorio de Mauna Loa, en Hawaii .....	8
Figura 8. Banda de absorción del CO <sub>2</sub> en 4.26 μm.....	9
Figura 9. Bandas de absorción del agua centradas en 6.27 y 2.66 μm.....	9
Figura 10. Banda de absorción del CO, centrada en 4.67 μm .....	10
Figura 11. Transmitancia atmosférica medida para una distancia a 2 Km del nivel del mar .....	11
Figura 12. Diagrama de actividades del programa CASIMIR .....	12
Figura 13. Componentes de Grails .....	16
Figura 14. Pantalla principal de la aplicación de prueba .....	19
Figura 15. Pantalla del listado de registros de la aplicación de prueba .....	19
Figura 16. Pantalla de creación de un nuevo registro de prueba.....	20
Figura 17. Pantalla donde se muestran los datos del nuevo registro de prueba que se ha creado .....	20
Figura 18. Pantalla del listado de registros de la aplicación de prueba, con un registro nuevo .....	20
Figura 19. Lógica de la aplicación CASIMIR .....	23
Figura 20. Modelo jerárquico servidor CASIMIR .....	23
Figura 21. Modelo jerárquico de las herramientas .....	24
Figura 22. Modelo jerárquico del trabajador .....	24
Figura 23. Carga de datos de una simulación en el servidor .....	24
Figura 24. Hacer una simulación .....	25

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xiii

Figura 25. Carga de los datos de una simulación en el trabajador .....	25
Figura 26. Evolución de CASIMIR .....	26
Figura 27. Arquitectura de tres capas .....	47
Figura 28. Esquema E/R.....	48
Figura 29. Interfaz de acceso a la aplicación .....	49
Figura 30. Interfaz principal de la aplicación .....	49
Figura 31. Interfaz principal de la aplicación, con usuario con rol de administrador.....	50
Figura 32. Interfaz de listado de usuarios.....	50
Figura 33. Interfaz de creación de usuario nuevo .....	51
Figura 34. Interfaz de muestra de datos de usuario.....	51
Figura 35. Interfaz de listado de roles .....	52
Figura 36. Interfaz de creación de un rol nuevo .....	52
Figura 37. Interfaz de muestra de datos de un rol .....	53
Figura 38. Interfaz de creación de un grupo.....	53
Figura 39. Interfaz de creación de una nueva simulación .....	54
Figura 40. Interfaz de creación de una celda nueva .....	55
Figura 41. Interfaz de selección de datos de una molécula de la celda .....	56
Figura 42. Interfaz de selección de datos de la última molécula de la celda .....	56
Figura 43. Interfaz de creación de una nueva simulación, con una celda añadida .....	57
Figura 44. Interfaz principal con una simulación enviada a CASIMIR Clúster .....	58
Figura 45. Interfaz de resultados de una simulación.....	58
Figura 46. Interfaz de listado de grupos de simulaciones .....	59
Figura 47. Interfaz de listado de simulaciones .....	59
Figura 48. Interfaz de cambio de de datos de un usuario existente .....	59
Figura 49. Diagrama del sistema .....	60
Figura 50. Diagrama de clases .....	61
Figura 51. Comprobación de la versión de Java .....	81
Figura 52. Comprobación de la instalación de Tomcat .....	82
Figura 53. Acceso a la aplicación .....	83

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xiv

Figura 54. Acceso con usuario o contraseña errónea .....	84
Figura 55. Pantalla principal de un usuario normal.....	84
Figura 56. Pantalla principal del usuario administrador.....	85
Figura 57. Creación de un nuevo grupo de simulaciones.....	85
Figura 58. Creación un nuevo grupo con error en algún campo .....	86
Figura 59. Creación de una nueva simulación .....	86
Figura 60. Creación de una nueva simulación: adición de un postprocesado.....	87
Figura 61. Creación de una nueva simulación: adición de una celda .....	88
Figura 62. Creación de una nueva celda.....	88
Figura 63. Configuración de los parámetros de las moléculas seleccionadas .....	89
Figura 64. Simulación con celdas añadidas .....	90
Figura 65. Simulación creada y enviada correctamente .....	90
Figura 66. Simulación que no se ha podido crear por error en conexión con Casimir Clúster.....	91
Figura 67. Pantalla principal con una simulación activa.....	91
Figura 68. Pantalla de resultados de la simulación .....	92
Figura 69. Listado de grupos de simulaciones.....	92
Figura 70. Listado de simulaciones.....	93
Figura 71. Pantalla de cambio de datos de usuario.....	93
Figura 72. Pantalla de administración de usuarios.....	94
Figura 73. Pantalla de administración de roles .....	94
Figura 74. Pantalla de administración de simulaciones .....	95
Figura 75. Gráfica de resultados de la prueba número uno de transmitancia.....	97
Figura 76. Gráfica de resultados de la prueba número dos de transmitancia .....	98
Figura 77. Gráfica de resultados de la prueba número tres de transmitancia .....	99
Figura 78. Gráfica de resultados de la prueba número cuatro de transmitancia.....	100
Figura 79. Gráfica de resultados de la prueba número cinco de transmitancia.....	101
Figura 80. Gráfica de resultados de la prueba número seis de transmitancia .....	102
Figura 81. Gráfica de resultados de la prueba número siete de transmitancia .....	103
Figura 82. Gráfica de resultados de la prueba número ocho de transmitancia .....	105

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xv

Figura 83. Gráfica de resultados de la prueba número nueve de transmitancia .....	106
Figura 84. Gráfica de resultados de la prueba número diez de transmitancia.....	107
Figura 85. Gráfica de resultados de la prueba número once de transmitancia .....	108
Figura 86. Gráfica de resultados de la prueba número uno de radiancia .....	109
Figura 87. . Gráfica de resultados de la prueba número dos de radiancia .....	112
Figura 88. Diagrama Gantt del proyecto .....	113

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	xvi

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración de gases en la atmósfera .....	4
Tabla 2. Concentraciones variables de gases en la atmósfera .....	4
Tabla 3. Tabla de requisitos .....	27
Tabla 4. Descripción de los Requisitos Software .....	32
Tabla 5. Descripción de las clases .....	62
Tabla 6. Descripción de los atributos .....	64
Tabla 7. Descripción de los métodos .....	68
Tabla 8. Tabla de especificación de las pruebas .....	96
Tabla 9. Costo total de herramientas hardware y software .....	115
Tabla 10. Salarios por categoría .....	115
Tabla 11. Gastos de personal imputables al proyecto .....	116
Tabla 12. Gastos indirectos .....	116
Tabla 13. Resumen del presupuesto .....	117



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

#### 1.1.2. TELEDETECCIÓN

La teledetección o *Remote Sensing*, se define como la ciencia de la obtención de información acerca de un objeto o fenómeno a través del análisis de los datos obtenidos de un dispositivo que no esté en contacto con el objeto o fenómeno de estudio.

Típicamente, la teledetección es la técnica utilizada para obtener observaciones globales de vastas superficies de la tierra y el océano por medio de satélites.

Históricamente se podría afirmar que la teledetección nació con el desarrollo de la técnica fotográfica. El instrumento personal de teledetección es el conjunto ojo-cerebro, pero ninguno de los dos tiene las características de un instrumento cuantitativo. Mientras uno está leyendo este texto, está efectuando un proceso de teledetección. Sin embargo, una de sus características es la imposibilidad de retener por un tiempo indefinido una escena con todos sus detalles cuando se deja de observar directamente. La cámara fotográfica es un sistema óptico que deja impresa permanentemente una escena en papel y permite un análisis detallado de forma, tamaño, textura y colores de los objetos que allí aparecen. Además, se pueden utilizar filtros para imprimir rangos de energía electromagnética seleccionados. Los sensores tipo radiómetro captan la energía electromagnética y la convierten en eléctrica mediante un detector. Esta señal puede ser registrada en algún instrumento o transmitida. También se pueden incorporar filtros para seleccionar algunas longitudes de onda. Este tipo de teledetección, basado en las propiedades de los cuerpos para emitir energía en forma de radiación electromagnética, será denominado teledetección electromagnética.

Estas ondas se caracterizan por tener longitudes muy diferentes, desde los rayos X y gamma con longitudes de onda menores de 100 nm, hasta las ondas de televisión y radio con longitudes mayores de un metro. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético.

Dentro del espectro electromagnético se distinguen una serie de regiones en función de la longitud de onda. Las regiones más utilizadas por las diferentes técnicas de teledetección son:

- Luz visible (~400 – 800 nm)
- Infrarrojo medio ( 3 – 5  $\mu\text{m}$ )
- Infrarrojo cercano (0.8 – 3  $\mu\text{m}$ )
- Infrarrojo térmico ( 8 - 12  $\mu\text{m}$ )
- Microondas ( 1 nm – 1 m)

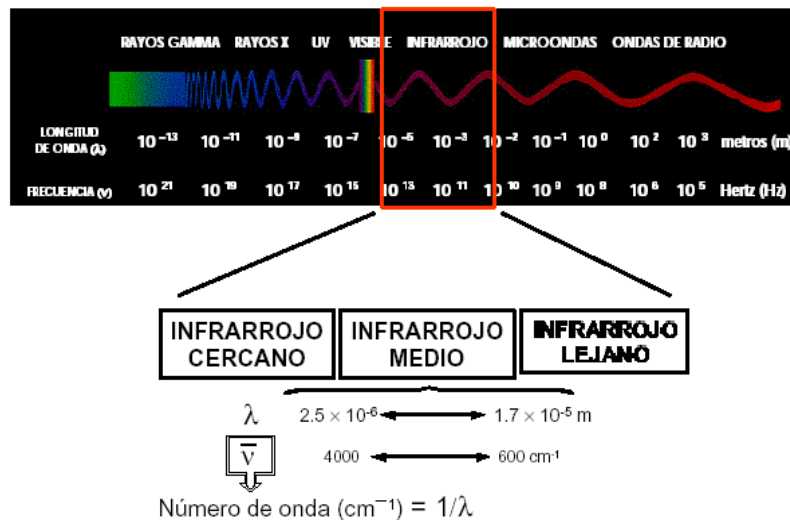


Figura 1. Espectro electromagnético

El uso de la teledetección como herramienta para obtener información y conocimiento sobre los objetos que nos rodean es una disciplina relativamente nueva (el término fue acuñado a principios de los años 60) y tomó gran importancia en los inicios de la carrera espacial. Su aplicación como medio para la protección del ambiente y de los recursos naturales, está reconocida en el ámbito público y político. Esta valoración se debe a que con el uso de sensores remotos se puede disponer rápidamente de información sobre el estado del medio ambiente a micro y macro escala. La teledetección posibilita la visualización e investigación de la superficie de la tierra y de la atmósfera en relación con espectros de absorción y reflexión de los objetos observados.

La teledetección permite examinar a distancia información de objetos sin necesidad de estar en contacto con éstos, pero entre el objeto que es motivo de estudio y el sistema detector existe un medio que modifica y transforma la información. Por eso es muy importante conocer el medio intermedio si se desea tener información veraz del objeto que se está estudiando.

### 1.1.3. LIR COMO LABORATORIO DEDICADO A LA TELEDETECCIÓN IR

El Laboratorio de Sensores, Teledetección e Imagen en el Infrarrojo, LIR, fue creado en 1991 y colabora en proyectos de investigación nacionales e internacionales.

El laboratorio LIR lleva trabajando en problemas de teledetección infrarroja (IR) desde hace mucho tiempo.

Las Líneas de Investigación del laboratorio LIR giran en torno a dos tecnologías: Imagen IR y Espectroradiometría.

### 1.1.4. EFECTO DE LA ATMÓSFERA EN UN PROBLEMA DE TELEDETECCIÓN

La atmósfera es el medio existente en estos sistemas de teledetección y se comporta como un filtro selectivo de tal forma que algunas de las regiones del espectro eliminan cualquier posibilidad de observación remota.

#### 1.1.4.1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

Atendiendo a las distintas composiciones, temperaturas y presiones, la atmósfera se divide en una serie de capas (Figura 2). La capa inferior se denomina troposfera, y se extiende desde el nivel del mar hasta una altitud de 8-16 Km (menor en los polos y mayor en el ecuador). Su composición es homogénea en algunos gases y presenta una temperatura decreciente con la altitud a una velocidad de  $6.5\text{K Km}^{-1}$ . En la troposfera se encuentran presentes la mayor parte de los gases que intervienen en los procesos de pérdidas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ), así como partículas que intervienen en los procesos de dispersión (nubes y aerosoles).

El extremo superior de la troposfera viene marcado por la tropopausa, donde el vapor de agua se condensa en hielo y se fotodisocia por la acción de la intensa radiación ultravioleta.

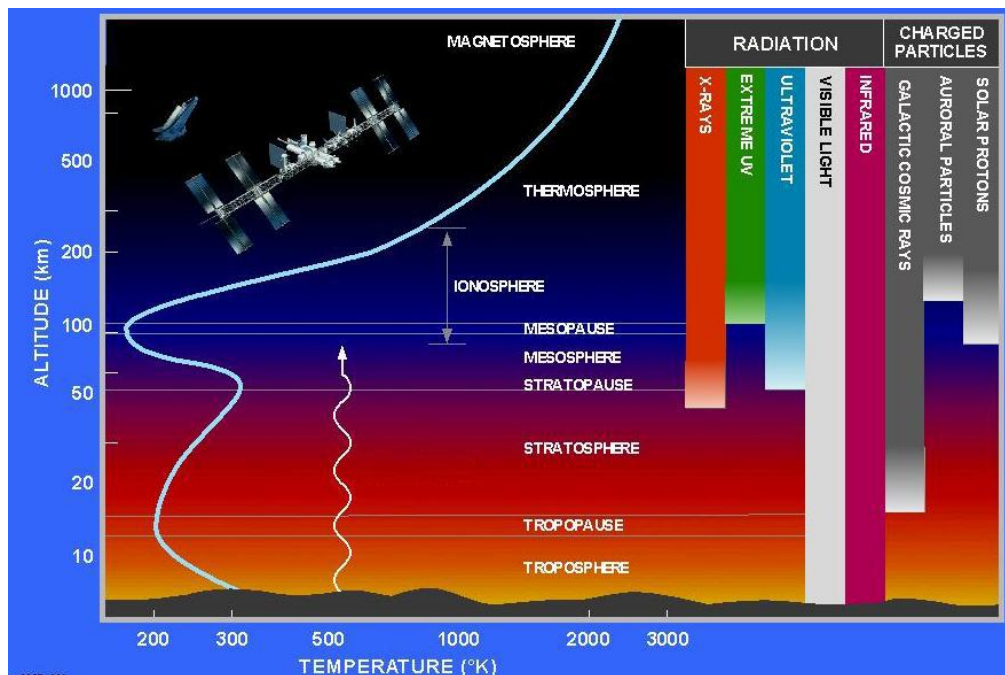


Figura 2. División de la atmósfera en capas

La siguiente capa es la estratosfera, que se extiende entre los 20 y 48 Km por encima del nivel del mar. En ella, la temperatura se eleva hasta unos  $-2^\circ\text{C}$  conforme ascendemos. Esto se debe a la presencia de ozono ( $\text{O}_3$ ) en cantidades hasta 1000 veces superiores a las de la troposfera. El ozono es capaz de absorber la radiación ultravioleta, siendo la banda más importante entre 200-300 nm, produciendo ese efecto de calentamiento. De este modo, el ozono estratosférico constituye un eficaz protector de la superficie terrestre contra la radiación ultravioleta procedente del Sol (fotones de alta energía).

Por encima de la estratosfera se encuentra la mesosfera que alcanza hasta los 85 - 100 Km aproximadamente. En ella la temperatura desciende hasta  $-92^\circ\text{C}$ . Para los cálculos de la influencia de la atmósfera en problemas de teledetección relacionados con satélites, la mayoría de los modelos consideran la estratificación de la atmósfera hasta esta capa.

Por encima de la mesosfera se encuentra la ionosfera, que se extiende hasta los 300 Km. Esta capa es muy importante en el campo de las comunicaciones, ya que refleja las ondas de radio, aunque para las frecuencias ópticas esta capa es totalmente transparente.

La siguiente capa será la termosfera, en la que la pequeña cantidad de gas presente alcanza temperaturas de hasta 1200 °C por la absorción de radiaciones de alta energía. Y, como última capa nombrar a la exosfera, altamente influenciada por la radiación solar.

#### 1.1.4.2. COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

La atmósfera tiene dos componentes mayoritarios que suponen el 99% de su volumen: N<sub>2</sub> (78.08 %) y O<sub>2</sub> (20.95%). Junto a éstos existen otros gases minoritarios: argón (0.93 %), CO<sub>2</sub> (0.035%) y otros gases en cantidades muy bajas. La siguiente tabla (Tabla 1) muestra la concentración de los gases que se encuentran distribuidos de manera uniforme en la atmósfera, y cuya concentración no varía significativamente con el tiempo.

Constituyente	Concentración en volumen (%)	Partes por millón
Nitrógeno, N <sub>2</sub>	78.084 ± 0.004	-
Oxígeno, O <sub>2</sub>	20.946 ± 0.002	-
Argón, Ar	0.934 ± 0.001	-
Neón, Ne	0.001818	18.18 ± 0.004
Helio, He	5.24 * 10 <sup>-4</sup>	5.24 ± 0.004
Criptón, Kr	1.14 * 10 <sup>-4</sup>	1.14 ± 0.001
Xenón, Xe	-	0.087 ± 0.001
Hidrógeno, H <sub>2</sub>	-	0.5
Metano, CH <sub>4</sub>	-	1.6
Protóxido de nitrógeno, N <sub>2</sub> O*	-	0.5 ± 0.1

Tabla 1. Concentración de gases en la atmósfera

\*Concentración variable en aire contaminado

En una segunda tabla (Tabla 2), se presentan aquellos gases que muestran concentraciones variables con la altura. En la Figura 3, se pueden ver los perfiles de concentración de los gases más importantes y como varía la temperatura con la altura.

Constituyente	Concentración en volumen (%)	Partes por millón
Ozono, O <sub>3</sub>	-	0-0.3 (troposf. *)
	-	1-7 (20 – 30 Km)
Agua, H <sub>2</sub> O	0-2	-
Dióxido de carbono, CO <sub>2</sub>	0.035	351 ± 4
Monóxido de carbono, CO*	-	0.19
Ácido nítrico, HNO <sub>3</sub>	-	(0-10)*10 <sup>-3</sup>
Amoniaco, NH <sub>3</sub>	-	traza
Sulfuro de hidrógeno, H <sub>2</sub> S	-	(2-20)*10 <sup>-3</sup>
Dióxido de azufre, SO <sub>2</sub> *	-	(0-20)*10 <sup>-3</sup>
Dióxido de nitrógeno, NO <sub>2</sub>	-	traza
Monóxido de nitrógeno, NO	-	traza

Tabla 2. Concentraciones variables de gases en la atmósfera

\*Concentración variable en aire contaminado

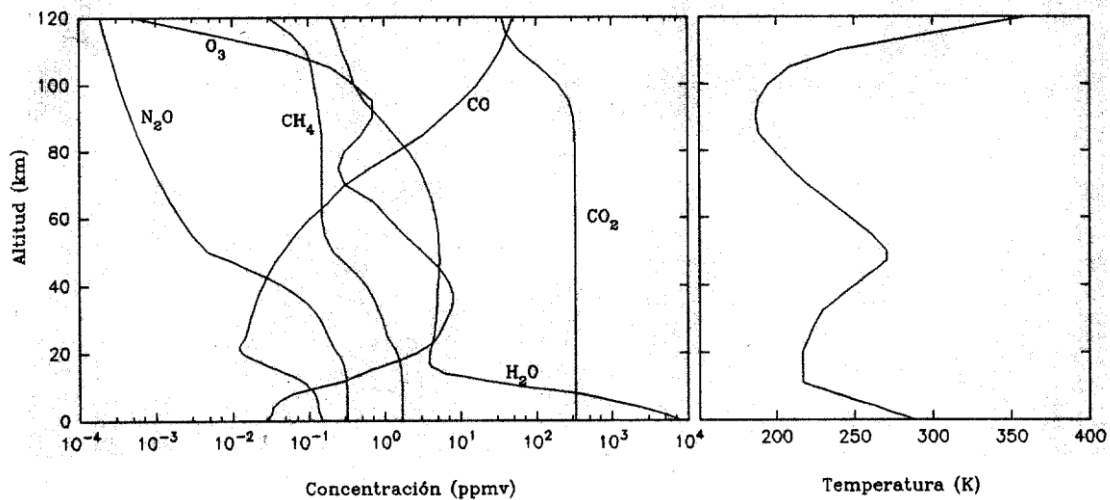


Figura 3. Perfil vertical de temperatura y concentración de diferentes gases para una atmósfera estándar

### 1.1.5. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INTERACCIÓN RADIACIÓN-MATERIA

Cuando una molécula absorbe o emite un fotón, su estado energético cambia. En general, el cambio en energía se traduce en un cambio traslacional, o como un cambio en el estado electrónico, vibracional o rotacional de la molécula. Debido a que las energías involucradas en estos cambios son muy diferentes, estos procesos pueden tratarse de manera independiente. Exceptuando los cambios traslacionales (que permiten básicamente un rango continuo de energías), los estados energéticos de las moléculas están cuantizados. Esto significa que la emisión y absorción de luz sólo puede tener lugar a unas frecuencias bien determinadas. Además, cada molécula tiene un conjunto de frecuencias de absorción/emisión propio. Un espectro de absorción constituye una "huella digital" que permite identificar la especie química en estudio.

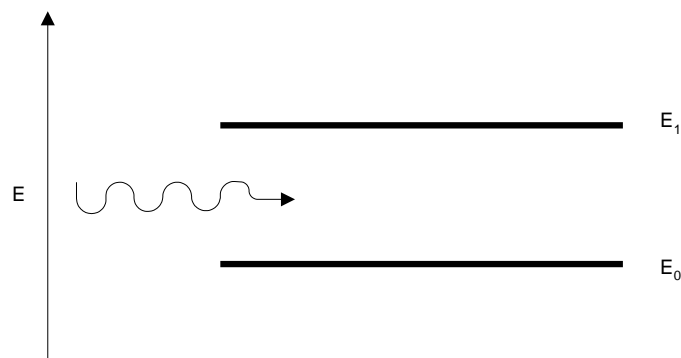


Figura 4. Ejemplo de un sistema de dos niveles de energía

La figura anterior muestra el ejemplo más sencillo de un sistema de dos niveles de energía. Un fotón cuya frecuencia " $f$ " venga dada por la diferencia de energías " $E_1 - E_0 = h f$ " será absorbido por el sistema. Por lo tanto, el espectro de absorción de este sistema presentará una línea de absorción para la frecuencia " $f$ "; el resto de las frecuencias no interacciona con el sistema.

Por lo tanto, la radiación electromagnética sólo es absorbida cuando su energía iguala la diferencia entre dos niveles de energía. Además, este proceso de absorción no se produce para cualquier pareja de

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	6

niveles. Las denominadas reglas de selección determinan entre qué niveles están permitidas estas transiciones.

La absorción de luz en las regiones ultravioleta y visible del espectro, es el resultado de transiciones entre estados de energía electrónicos en átomos o moléculas. Las absorciones que se producen en la región espectral del infrarrojo involucran energías pequeñas, que no estarán relacionadas con la estructura electrónica de la molécula. Se pueden obtener resultados sorprendentemente buenos si uno considera un modelo muy sencillo de molécula, como un conjunto de masas unidas por muelles (que representan los enlaces). No se va a considerar la nube electrónica que genera las transiciones electrónicas. Según este sencillo modelo mecánico de la molécula, ésta puede absorber energía para rotar o para vibrar, es decir, para cambiar su estado energético rotacional o vibracional. Las energías que se involucran en estos procesos corresponden a frecuencias del infrarrojo. En general, una molécula vibra y rota simultáneamente, por lo que se observa un espectro de absorción denominado vibracional-rotacional.

Las vibraciones y las rotaciones de una molécula son, pues, las responsables de las bandas de absorción de la misma en el infrarrojo. Sin embargo, no todas las vibraciones y/o rotaciones producen una absorción de la radiación incidente. Sólo los modos vibracionales y rotacionales de moleculares con momento dipolar diferente de cero, o bien aquellos modos que induzcan un momento dipolar diferente de cero en la molécula, son activos en el infrarrojo. Por esta razón, las moléculas diatómicas como N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> o H<sub>2</sub>, así como las moléculas de los gases nobles, no presentan espectros de absorción en el infrarrojo.

#### 1.1.6. LEY DE LAMBERT-BEER. TRANSMITANCIA

La ley de Lambert-Beer expresa cuantitativamente la absorción de radiación en un medio. La cantidad de radiación absorbida está relacionada con la estructura de niveles de la molécula, con la concentración del gas absorbente expresada en función de su presión parcial (Pa) y la longitud de camino óptico recorrido (L).

Para la absorción de luz monocromática por parte de una molécula de un gas de la atmósfera, la ley de Lambert-Beer vendrá dada por la expresión:

$$I(\nu, L) = I_0 \exp \left[ -\alpha(\nu) \cdot Pa \cdot L \right] \quad [1]$$

siendo  $\alpha(\nu)$  el coeficiente de absorción del gas.

La transmitancia  $\tau$  para un valor dado de número de onda se define como

$$\tau(\nu) = \frac{I(\nu, L)}{I_0} = \exp \left[ -\alpha(\nu) \cdot Pa \cdot L \right] \quad [2]$$

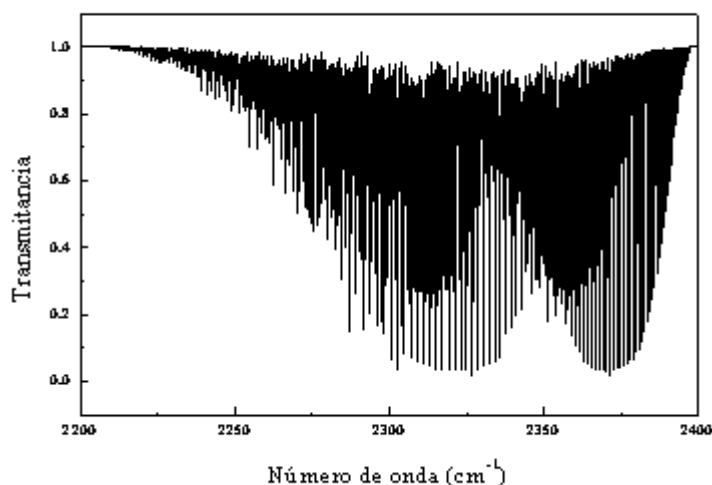


Figura 5. Espectro de transmitancia de CO<sub>2</sub>, obtenido mediante la base de datos espectral HITEMP para una concentración de 600ppm, un camino óptico de 0.1m y con una resolución de 0.0667 cm<sup>-1</sup>

La Figura 5 muestra un ejemplo del espectro de transmisión para la molécula de CO<sub>2</sub> con las condiciones definidas. La transmitancia está en función del número de onda, y formada por múltiples líneas cada una de las cuales representa la absorción de un fotón por la molécula a la frecuencia correspondiente. En particular, la figura muestra la banda de absorción que presenta el CO<sub>2</sub> atmosférico en torno a 4.3 μm (2325 cm<sup>-1</sup>).

Los principales gases de interés medioambiental (Figura 6) como CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CFC's, presentan bandas de emisión y absorción en todo el rango IR al ser gases heteronucleares y presentar un momento dipolar (los gases homonucleares como O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y Ar, al no presentar momento dipolar, no tienen espectro vibracional de energías y no son detectables en el IR, siendo una gran ventaja, ya que son los constituyentes principales de la atmósfera, haciendo que esta sea muy transparente a la radiación IR [Aranda, 2002]). A estos gases hay que añadir el H<sub>2</sub>O que tiene un complicado espectro de líneas de emisión-absorción en todo el rango IR, presentando además un continuo de emisión-absorción en todas las longitudes de onda.

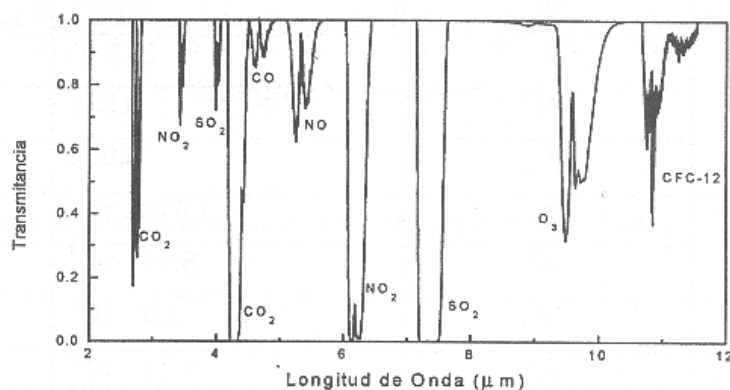


Figura 6. Bandas de absorción en el IR de gases de interés medioambiental [Briz, 2001]

### 1.1.7. TRANSMITANCIA ATMOSFÉRICA

Como se ha visto anteriormente, no todos los gases que componen la atmósfera absorben en el IR. Las moléculas diatómicas como  $N_2$ ,  $O_2$ , así como las moléculas de los gases nobles, no presentan espectros de absorción en el infrarrojo.

A continuación se describe brevemente los gases más importantes que están presentes en la atmósfera y que presentan bandas de absorción en el IR.

#### Dióxido de carbono

El dióxido de carbono,  $CO_2$ , es una molécula lineal, no polar. Su concentración en la atmósfera es uniforme ( $\approx 360$ ppm) hasta una altura de unos 80 Km. La concentración de  $CO_2$  varía ligeramente con la estación del año, presentando un máximo a principios de primavera y un mínimo a principios de otoño. Debido a los procesos de combustión de combustibles fósiles, se ha detectado un aumento gradual desde principios de siglo de la concentración de  $CO_2$  en la atmósfera (Figura 7). Su espectro de absorción presenta sólo bandas vibracionales, que se presentan en forma de un espectro muy compacto.

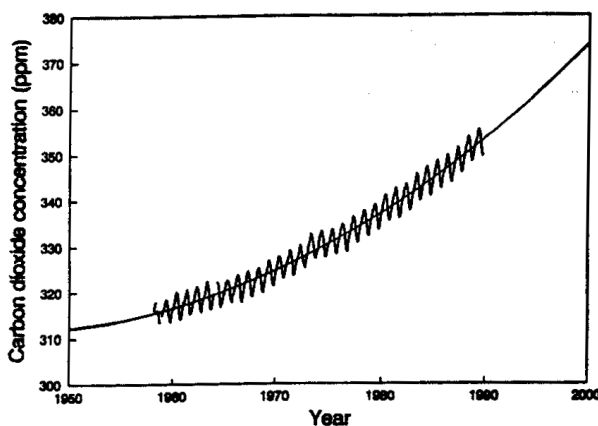
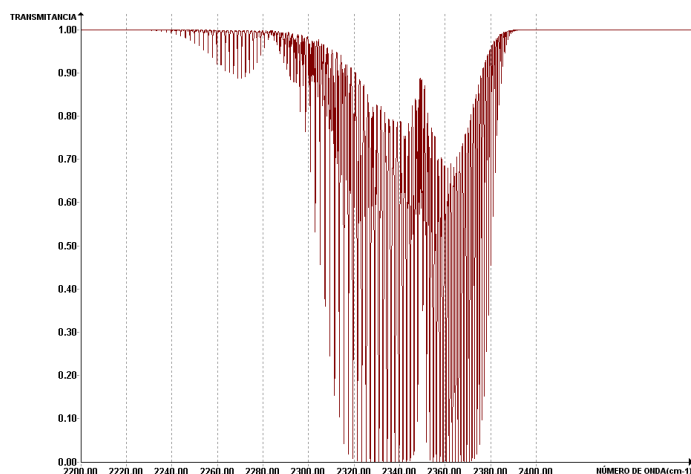


Figura 7. Concentración en volumen de  $CO_2$  en función del año, medida en el observatorio de Mauna Loa, en Hawaii

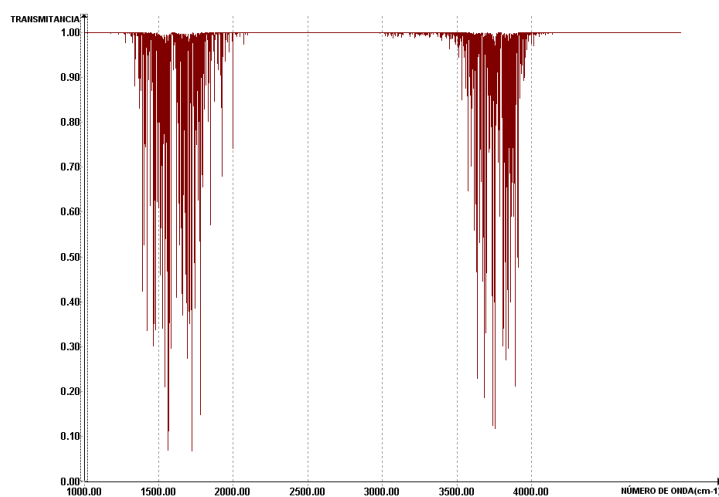
De entre las bandas del  $CO_2$ , cabe destacar la banda centrada en  $2347\text{ cm}^{-1}$  ( $4.26\text{ }\mu\text{m}$ ), que es la banda de absorción más intensa, y que divide la ventana de transmisión atmosférica en dos partes (Figura 8). Otra banda muy importante es la banda centrada en  $667\text{ cm}^{-1}$  ( $15\text{ }\mu\text{m}$ ), ya que es la responsable de la contribución del  $CO_2$  al efecto invernadero.



Figura 8. Banda de absorción del CO2 en 4.26  $\mu\text{m}$ 

### Vapor de agua

El agua es una molécula fuertemente polar. Aparece principalmente en la troposfera, y su concentración es muy variable, dependiendo del día, de la estación del año, de la altitud y de la localización geográfica.

Figura 9. Bandas de absorción del agua centradas en 6.27 y 2.66  $\mu\text{m}$ 

La molécula de agua presenta bandas de absorción anchas e intensas, lo que hace que la absorción debida al agua sea importante en todas las ventanas espectrales.

De entre todas las bandas del agua, cabe señalar como las más intensas las bandas centradas en  $1595\text{ cm}^{-1}$  ( $6.27\text{ }\mu\text{m}$ ) y  $3756\text{ cm}^{-1}$  ( $2.66\text{ }\mu\text{m}$ ). Ambas bandas se encuentran ilustradas en la Figura 9.

### Monóxido de carbono

El monóxido de carbono, CO, es una molécula diatómica polar. Presenta una frecuencia fundamental de vibración en  $2143\text{ cm}^{-1}$  ( $4.67\text{ }\mu\text{m}$ ). Se trata de una molécula que presenta un espectro de absorción sencillo, tal y como se indica en la Figura 10. La posición espectral de las líneas de CO está muy bien determinada, y el espectro del CO se usa a menudo como un patrón.

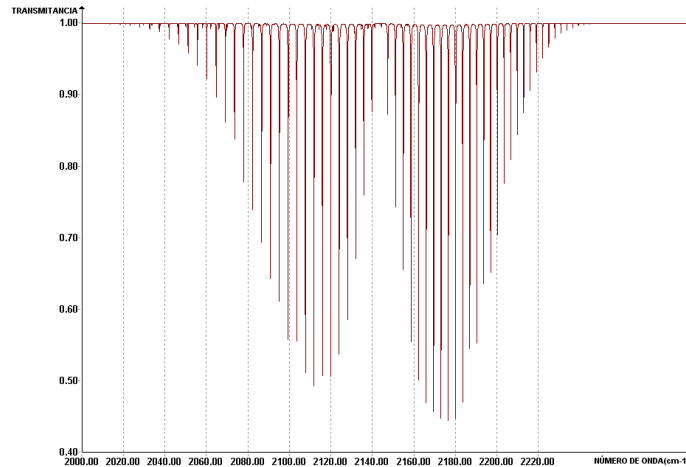


Figura 10. Banda de absorción del CO, centrada en 4.67  $\mu\text{m}$

### Metano

El metano,  $\text{CH}_4$ , es una molécula no polar de simetría esférica, que presenta nueve modos fundamentales de vibración. La degeneración reduce el número de bandas observables a cuatro, siendo tres de ellas activas en el infrarrojo.

### Ozono

El ozono,  $\text{O}_3$ , es una molécula polar, con tres bandas vibracionales y una banda rotacional. Además, como ya se ha indicado anteriormente, el ozono presenta transiciones electrónicas en la región ultravioleta.

### Protóxido de nitrógeno

El protóxido de nitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}$ , es una molécula lineal, polar, con un modo rotacional y tres vibracionales, de los cuales uno es degenerado.

### Gases taza

Los gases citados anteriormente son aquellos que contribuyen de manera más significativa a la atenuación de la radiación por parte de la atmósfera. Los gases taza, debido a su pequeña concentración, contribuyen de manera mucho menos importante a dicha atenuación. Entre los gases taza cabe destacar: los freones, NO,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , OH, HF, HCl, HBr, HI, ClO, HCN,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  y otros. El origen de estos gases suele ser la contaminación atmosférica, o se trata de gases que se forman de manera natural en las capas superiores de la atmósfera.

### Transmisión atmosférica

Una vez se conocen los diferentes mecanismos físicos por los que los componentes de la atmósfera absorben radiación electromagnética en el infrarrojo, se va a caracterizar el efecto atenuador de la atmósfera a partir de la distribución espectral del coeficiente de transmitancia.

En la Figura 11 muestra la transmitancia atmosférica para una distancia de 2 Km se indica en la parte superior la molécula responsable de la absorción en cada banda.

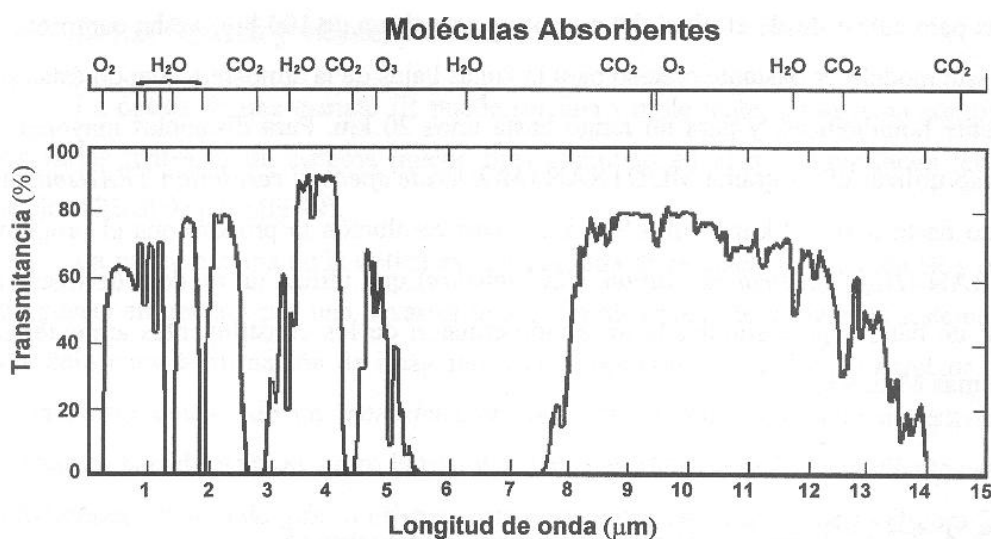


Figura 11. Transmitancia atmosférica medida para una distancia a 2 Km del nivel del mar

Se puede observar la presencia de zonas de elevada transmitancia, conocidas como ventanas atmosféricas, delimitando las subdivisiones del espectro IR: el infrarrojo medio (MIR de 3 a 5 μm) y el infrarrojo térmico (TIR de 8 a 12 μm). No obstante se puede apreciar la fuerte absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico en 4.26 μm en la zona MIR, produciendo una importante atenuación en la radiación que atraviesa la atmósfera.

#### 1.1.8. ADQUISICIÓN CON HITRAN Y PROGRAMA TRANS-HITRANPC

HITRAN es el acrónimo de base de datos de alta resolución de la absorción y transmisión molecular (*high-resolution transmission molecular absorption database*).

Se trata de una recopilación de parámetros espectroscópicos los cuales pueden ser usados en distintos códigos de aplicaciones para predecir y simular la transmisión de radiación electromagnética en la atmósfera. Esta base de datos es un largo proyecto iniciado por el laboratorio de investigación de *Air Force Cambridge* (AFCRL), a finales de los años 60 como respuesta a la necesidad de un conocimiento detallado de las propiedades infrarrojas de la atmósfera. Existe también una base de datos análoga denominada HITEMP (*high-temperature spectroscopic absorption parameters*).

En un principio HITRAN fue diseñada para análisis y simulaciones de observaciones en la atmósfera terrestre y a una temperatura estándar de 296K. En consecuencia, las transiciones y bandas que están significativamente a temperaturas más altas, quizás sean pobremente simuladas debido a las extrapolaciones fuera del rango de condiciones usadas en los experimentos originales en laboratorios. Por lo cual se recomienda el uso de otras bases de datos específicas como es HITEMP.

TRANS-HITRANPC es una aplicación capaz de obtener la simulación del comportamiento de emisión – absorción, de las distintas moléculas que se pueden encontrar en la atmósfera terrestre para su uso dentro de un sistema de teledetección.

#### 1.1.9. PROBLEMAS TRANS-HITRANPC

El laboratorio LIR disponía del programa TRANS-HITRANPC que presenta una serie de inconvenientes:

- Falta de rapidez.
- No disponibilidad del código fuente.
- No escalable.
- No se puede adaptar a procesos de automatización de tareas.
- No se puede integrar con otras aplicaciones desarrolladas en el LIR.
- Entorno MS-DOS ya en desuso, no aprovechando el hardware actual al 100% o incompatibilidad con otro software.

### 1.1.10. CASIMIR WINDOWS

CASIMIR es el acrónimo de Cálculos Atmosféricos para SIMulación de la trasnmitancia en el InfraRojo. Se trata de una aplicación software desarrollada con el fin de poder simular el efecto de absorción de los gases atmosféricos basándose en la base de datos HITRAN. CASIMIR calcula el espectro de la transmitancia de la atmósfera para determinadas condiciones. Esta simulación será utilizada principalmente para la teledetección basada en tierra, por lo que se hará en la capa atmosférica de la troposfera. Ya se han explicado los motivos por los que la atmósfera atenúa la señal, y como la absorción de los gases se produce a frecuencias discretas y propias de cada molécula. CASIMIR Windows ejecuta los mecanismos necesarios para obtener la transmitancia atmosférica a partir de unos datos iniciales proporcionados por HITRAN.

Las actividades que resumen el proceso de cálculo de CASIMIR pueden verse en la siguiente figura

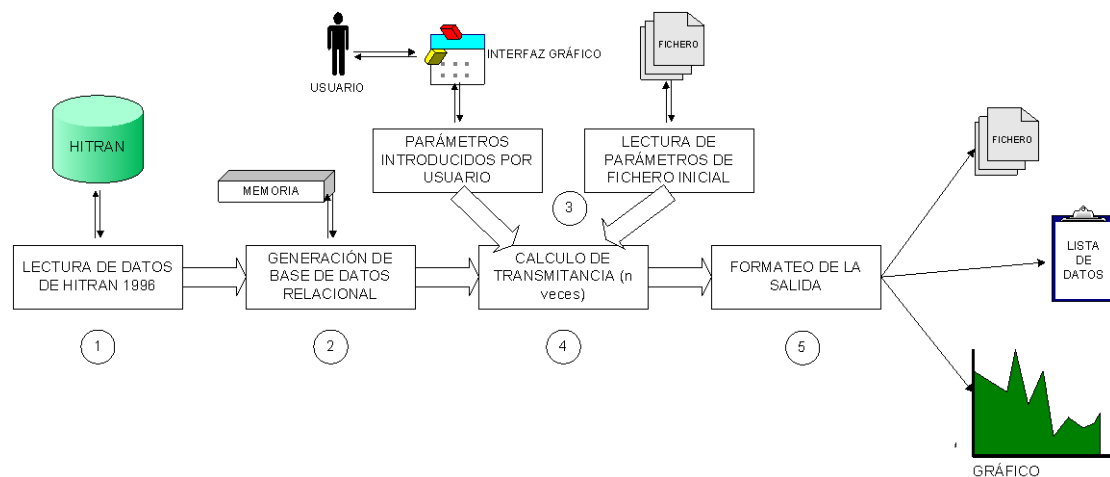


Figura 12. Diagrama de actividades del programa CASIMIR

Así pues, CASIMIR Windows se presenta como una herramienta para el cálculo de transmitancias, de las distintas simulaciones que cree el usuario.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	13

## 1.2. RESTO DEL DOCUMENTO

El contenido del resto del documento es el siguiente:

- **Capítulo 2:** Estado de la cuestión. En este capítulo se verán las herramientas utilizadas para el desarrollo de este proyecto, se verán los requisitos específicos de la aplicación y se hará un estudio de las posibles alternativas para el desarrollo de la misma.
- **Capítulo 3:** Análisis. En este capítulo se desarrollará la fase de análisis de la aplicación. Primero se hará un análisis de CASIMIR, la herramienta con la que se comunicará la aplicación desarrollada en este proyecto. Es importante saber cómo funciona CASIMIR, para saber cómo se debe comunicar CASIMIR Web con dicha aplicación. Después de saber cómo funciona CASIMIR, se hará un análisis de CASIMIR Web, donde se estudiarán los requisitos de usuario y los requisitos software.
- **Capítulo 4:** Diseño. En este capítulo se desarrollará la fase de diseño de CASIMIR Web. Primero se hará una introducción de la arquitectura empleada para el diseño de la aplicación, que en este caso es la arquitectura de tres capas. Después, se hará el diseño de cada una de las capas de esta arquitectura, es decir, el diseño de la capa de los datos, el diseño de la capa de presentación (interfaz) y el diseño de la capa lógica. En este último apartado se incluirá el diagrama de componentes y el diagrama de clases.
- **Capítulo 5:** Implantación, manual de usuario y pruebas. En este capítulo se explicará cómo se implanta la aplicación para que funcione en un servidor de aplicaciones. También se comentará cómo funciona la aplicación en el manual de usuario y se realizará una batería de pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación.
- **Capítulo 6:** Conclusiones y trabajo futuro. Primero, se mostrará la planificación y el presupuesto obtenido para el proyecto. Después, se comentarán las conclusiones del presente proyecto, explicando los puntos fuertes del mismo y los resultados obtenidos en la realización del mismo. También se comentará posibles líneas de trabajo futuro, puntos donde se puede seguir ampliando este proyecto.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	14

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 2.1. HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Para el desarrollo de la aplicación Web se ha utilizado el *framework* Grails, para dar soporte al paradigma MVC (*Model View Controller*), ayudado de los lenguajes de programación Groovy, Java y JavaScript.

#### 2.1.1. GRAILS

Grails es un *framework* completo para el desarrollo de aplicaciones Web, de código abierto, que aprovecha el lenguaje de programación Groovy (basado en Java). Su objetivo es ser un *framework* de alta productividad siguiendo el paradigma de Convención sobre Configuración (*Coding by Convention*) proporcionando un entorno de desarrollo independiente de desarrollo y ocultando muchos de los detalles de configuración al programador.

Se basa en *frameworks* ya existentes como Rails, Django y TurboGears reduciendo drásticamente la complejidad de construcción de aplicaciones Web desarrollados con la plataforma Java. Lo que hace diferente a Grails del resto de *frameworks*, es que lo hace basándose en tecnologías Java ya establecidas, como son Spring e Hibernate.

Algunos de los aspectos más importantes de Grails son:

- Facilidad de uso de la capa de Mapeo objeto-relacional (*Object Relational Mapping*, ORM) construida sobre Hibernate.
- Una tecnología potente y fácil para usar plantillas de vista llamadas GSP (*Groovy Server Pages*).
- Una capa de controlador basada en Spring MVC.
- Un contenedor de Tomcat integrado que está configurado para la recarga instantánea de los recursos.
- Inyección de dependencias con el contenedor de Spring.
- Soporte a la internacionalización (i18n), basado sobre el concepto *MessageSource* del núcleo de Spring.
- Una capa de servicios de transacción basada en la abstracción de transacción de Spring.
- Librerías de Tags dinámicas para crear fácilmente componentes de una página Web.
- Buen soporte para Ajax, que es fácil de extender y personalizar.

Todo esto hace que sea fácil de usar a través del poder del lenguaje Groovy y la amplia utilización de lenguajes de dominio específico (*Domain Specific Languages*, DSLs).

Además, Grails es una plataforma completa, puesto que incluye también un contenedor Web, bases de datos, sistemas de empaquetado de la aplicación y un completo sistema para la realización de *tests* sobre nuestra aplicación.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	15

Grails ha sido diseñado para que el aprendizaje y el desarrollo de aplicaciones sean fáciles, además de ser extensible. Se trata de ofrecer el equilibrio correcto entre los componentes y sus potentes características.

#### 2.1.1.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE GAILS

##### CONVENCIÓN SOBRE CONFIGURACIÓN

Grails se basa en unas convenciones para que el desarrollo de una aplicación no depende de escribir archivos de configuración en XML interminables, lo que hace que sea mucho más rápido y productivo. Además, gracias al uso de convenciones, se refuerza el principio de, DRY (*don't repite yourself*) o no te repitas.

##### TESTS

Una parte importante en el desarrollo software son las pruebas, para garantizar un software de calidad y de fácil mantenimiento. Grails genera, paralelamente a una clase de dominio, un test para comprobar la nueva clase o controlador.

Se distingue entre tests unitarios y tests de integración. Los tests unitarios son tests sin dependencias de ningún tipo. Por otro lado, los tests de integración tienen acceso completo al entorno de Grails, incluyendo la base de datos. Además, Grails permite también la creación de tests funcionales para comprobar la funcionalidad de nuestra aplicación Web.

##### SCAFFOLDING

Grails permite también utilizar *scaffolding* en nuestras aplicaciones. El *scaffolding* es una característica de determinados *frameworks* que permite la generación automática de código para las cuatro operaciones básicas de cualquier aplicación, que son la creación, lectura, edición y borrado, lo que en inglés se conoce como CRUD (*create, read, update and delete*). El *scaffolding* en Grails se consigue escribiendo muy pocas líneas de código, con lo que podemos centrarnos en especificar las propiedades, comportamientos y restricciones de nuestras clases de dominio.

##### MAPEADO OBJETO-RELACIONAL

Grails incluye un potente *framework* para el mapeado objeto-relacional conocido como GORM (Grails *Object Relational Mapping*). Como cualquier *framework* de persistencia, GORM permite mapear objetos contra bases de datos relacionales y representar relaciones entre dichos objetos del tipo uno-a-uno o uno-a-muchos.

##### PLUGINS

Grails dispone de una arquitectura de *plugins*, con una comunidad de usuarios detrás, que ofrecen *plugins* para seguridad, AJAX, pruebas, búsqueda, informes y servicios Web. Este sistema de *plugins* hace que añadir complicadas funcionalidades a nuestra aplicación se convierte en algo muy sencillo.

### 2.1.1.2. COMPONENTES DE GRAILS

En la siguiente figura se pueden ver los componentes principales de Grails.

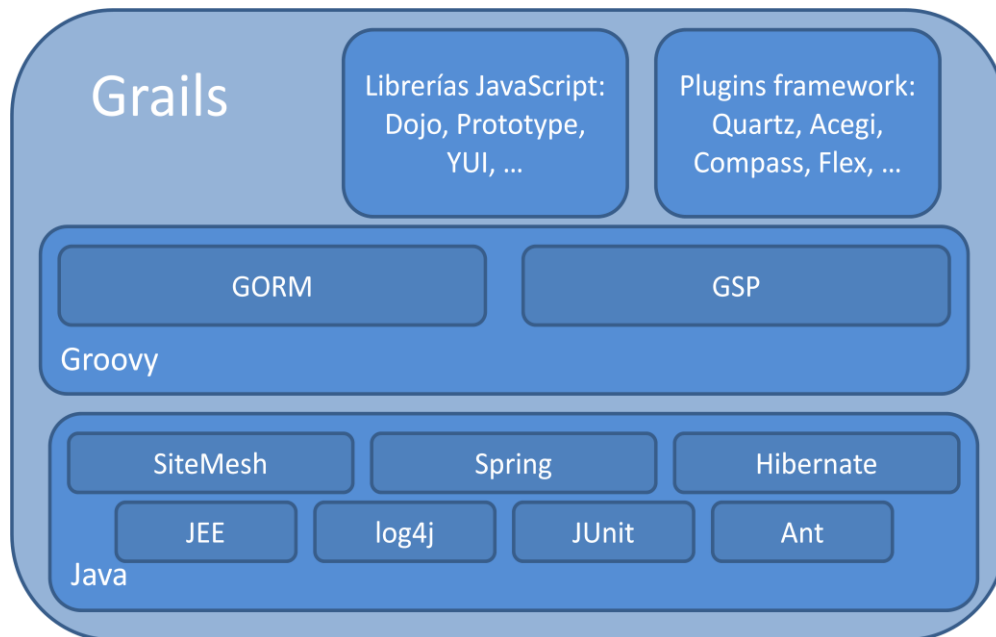


Figura 13. Componentes de Grails

Los componentes principales son:

- Groovy: Lenguaje de programación para crear propiedades y métodos dinámicos en los objetos de la aplicación.
- Spring: Componente para la creación de flujos de trabajo e inyección de dependencias.
- Hibernate: Componente para dar soporte a la persistencia.
- SiteMesh: Componente para la composición de la capa de la vista.
- Ant: Componente para la gestión del proceso de desarrollo.

### 2.1.1.3. ESTRUCTURA DE UNA APLICACIÓN GRAILS

Al crear una aplicación Grails, mediante el comando “grails create-app”, se crea una estructura de directorios, que contienen todo lo necesario para poner en marcha la aplicación. Este comando ejecuta un *script* Groovy, que genera toda la estructura de directorios, con los ficheros de configuración necesarios para arrancar la aplicación.

La estructura de directorios es la siguiente, que estaría debajo del directorio llamado igual que el nombre que se le haya dado a la aplicación:

- grails-app
  - o conf: Archivos de configuración
    - hibernate: Configuración de Hibernate



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	17

- spring: Configuración de Spring
    - controllers: Controladores
    - domain: Entidades
    - i18n: Archivos de mensajes para la internacionalización de la aplicación.
    - services: Servicios
    - taglib: Librerías de etiquetas
    - utils: Clases de utilidad
    - views: Vistas
- lib: Librerías de la aplicación
- scripts
- src
  - groovy: Otras clases escritas en Groovy
  - java: Otras clases escritas en Java
- test: Casos de prueba
- web-app: Directorio raíz de la aplicación Web

Una vez creada la estructura de directorios, es el momento de comenzar a desarrollar la aplicación. Las carpetas que contienen los elementos más importantes, para el desarrollo, son “grails-app”, que contendrá las tres capas de la arquitectura MVC (modelo: “domain”, vista: “views” y controlador: “controllers”), aparte de otras carpetas para completar la configuración y la lógica de negocio, y “web-app”, que contiene la estructura de la aplicación Web, entre las carpetas que contiene cabe destacar la carpeta “css” que contiene las hojas de estilo e “images” con el contenido gráfico.

Cuando se hayan desarrollado los elementos necesarios para arrancar la aplicación, se ejecuta el comando “grails run-app”, que ejecuta un script Groovy que pone en marcha la aplicación.

#### 2.1.1.4. EJEMPLO DE APLICACIÓN EN GRAILS

En esta sección se mostrará un ejemplo de creación de aplicación en Grails. Esta será una aplicación muy sencilla para mostrar cómo crearla.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Una vez que se ha instalado Grails se ejecuta la siguiente instrucción desde la consola de comandos, situándonos en el directorio donde se quiera crear la aplicación: **grails create-app**.
  - Al ejecutar esta instrucción se preguntará el nombre de la aplicación, en nuestro caso se llamará “Prueba”.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	18

- Se creará una estructura de directorios igual a la descrita en el punto anterior (2.1.1.3. Estructura de una Aplicación Grails).
- Se crea un archivo llamado DataSource.groovy dentro del directorio “NOMBRE\_PROYECTO/grails-app/conf” en el que se podrá configurar los entornos estándar de la aplicación: desarrollo, pruebas y producción. Para el ejemplo se utilizará el entorno de desarrollo. En este fichero se especificará el origen de datos que utilizará cada entorno. Ejemplo del contenido del fichero:

```

o dataSource {
    pooled = false
    driverClassName = "org.hsqldb.jdbcDriver"
    username = "sa"
    password = ""
}
// environment specific settings
environments {
    development {
        dataSource {
            dbCreate = "create-drop"
            // one of 'create', 'create-drop', 'update'
            url = "jdbc:hsqldb:mem:devDB"
            // loggingSql = true
        }
    }
    test {
        dataSource {
            dbCreate = "update"
            url = "jdbc:hsqldb:mem:testDb"
        }
    }
    production {
        dataSource {
            dbCreate = "update"
            url = "jdbc:hsqldb:file:prodDb;shutdown=true"
        }
    }
}

```

- Después de configurar el fichero del origen de datos, se crea una clase de dominio. Desde el directorio de la aplicación se ejecuta la siguiente instrucción desde la línea de comandos: **grails create-domain-class**.
  - Después de ejecutar el comando se preguntará el nombre que queremos darle a esta clase de dominio. En nuestro caso la llamamos “**holaMundo**”.
  - Se creará el archivo HolaMundo.groovy en el directorio “grails-app/domain” en el directorio de la aplicación. Esta clase de dominio es un objeto persistente y todas las propiedades se guardarán, por defecto, en la base de datos.
  - La clase de dominio holaMundo queda de la siguiente forma:

```
▪ class HolaMundo {  
    String saludo = "Hola mundo"  
}
```

- El siguiente paso será crear un controlador, que es el encargado de manejar las peticiones y respuestas http, y las vistas asociadas. Se ejecuta el comando **grails generate-all** desde el directorio de la aplicación. Después, se introduce el nombre de la clase de dominio de la que se quieren crear el controlador y las vistas, que en este caso será **holaMundo**. Se genera un archivo llamado `HolaMundoController.groovy` en el directorio `"grails-app/controllers"` y los ficheros `"create.gsp"`, `"edit.gsp"`, `"list.gsp"` y `"show.gsp"` en el directorio `"grails-app/views/holaMundo"`. El controlador tendrá métodos para controlar las peticiones de cada vista llamado igual que el nombre de la vista, y además tendrá otro método llamado `"index"`, que es el que manejará las peticiones que no estén asociadas con ninguna de las vistas.
- Una vez hecho esto, ya se puede arrancar la aplicación desde la consola de comandos con el comando **grails run-app**.
  - Tecleando la dirección URL `http://localhost:8080/Prueba` en cualquier navegador, accederemos a la aplicación y se verá la siguiente pantalla:

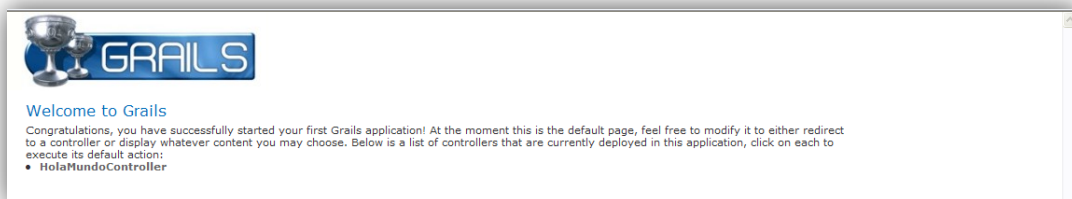


Figura 14. Pantalla principal de la aplicación de prueba

- Pinchando sobre el *link* `"HolaMundoController"` se mostrará la acción por defecto del controlador, que es la acción de *list*, y se muestra la siguiente pantalla:



Figura 15. Pantalla del listado de registros de la aplicación de prueba

- Si pulsamos sobre el botón `"New HolaMundo"` podremos crear un nuevo registro del tipo `"holaMundo"` que se guardará en la base de datos.



Figura 16. Pantalla de creación de un nuevo registro de prueba

- En esta pantalla veremos el campo “Saludo”, que se había puesto como propiedad en la clase de dominio “holaMundo” y que tiene el valor “Hola mundo” por defecto. Al pulsar sobre el botón “Create” crearemos un nuevo registro, que se guardará en la base de datos. Se mostrará la pantalla “show” con la información del nuevo registro que hemos creado:

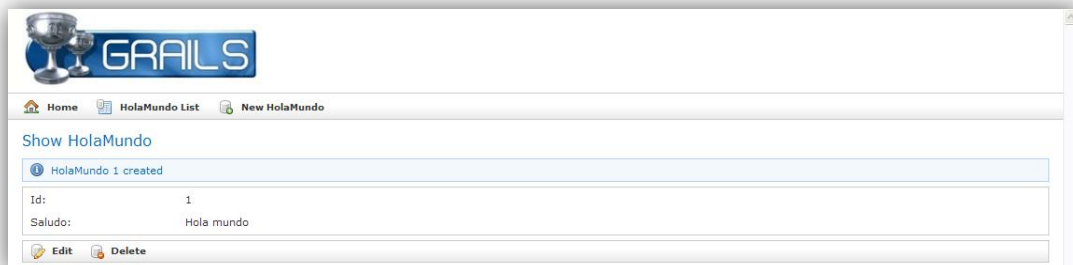


Figura 17. Pantalla donde se muestran los datos del nuevo registro de prueba que se ha creado

- Pulsando sobre el botón “Edit” se podría editar este registro que hemos creado, para modificar el campo “Saludo”. Y si pulsáramos sobre el botón “Delete”, se borraría este registro.
- Al pulsar el botón de “HolaMundo List” volvemos a la pantalla de listado de registros, y veríamos cómo ese listado contiene un elemento, que es el nuevo registro que hemos creado:



Figura 18. Pantalla del listado de registros de la aplicación de prueba, con un registro nuevo

- Si pulsáramos sobre el campo “Id” de la lista, en este caso sobre el número 1, accedemos a la pantalla de muestra de los datos del registro.

Con este pequeño ejemplo se ha querido mostrar el funcionamiento básico de una aplicación Grails, donde se pueden crear, ver, modificar y borrar los registros de la base de datos.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	21

## 2.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS DE LA APLICACIÓN

Al ser una aplicación Web, se basa en la arquitectura cliente-servidor. Así pues, como requisito para poder ejecutar la aplicación, se necesita un servidor que atienda las peticiones de los clientes y en el que la aplicación esté ejecutándose. Los clientes serán ordenadores con conexión a Internet y accederán a la aplicación a través de un navegador Web.

Requisitos del servidor:

- Ordenador con conexión a Internet con las siguientes especificaciones:
- Tener instalado un servidor Web http para ejecutar la aplicación. Sería posible ejecutar la aplicación en cualquier servidor Web (instalando y configurando los correspondientes *plugins* en la aplicación desarrollada), pero el servidor Web para el que está preparado CasimirWeb es Apache.
- Tener instalado Java: JRE y JDK en la versión 6.

Requisitos del cliente:

- Ordenador con conexión a Internet y navegador Web. En este caso la aplicación está preparada para poder ser ejecutada desde cualquier navegador Web, pero se recomienda que se utilice el Mozilla Firefox. También se puede ejecutar desde el Internet Explorer (a partir de la versión 6), Opera y Google Chrome, aunque el funcionamiento puede no ser tan bueno como con Mozilla Firefox.

## 2.3. OTRAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Este proyecto comenzó a desarrollarse con la tecnología JEE. Esta tecnología permite crear aplicaciones Web mediante el lenguaje de programación Java, combinado con HTML para la creación de las páginas Web y una base de datos para permitir la persistencia de los datos.

En nuestro caso, se seleccionó como base de datos MySQL y como entorno de desarrollo NetBeans, que permite crear la estructura básica de la aplicación Web.

La gran ventaja de desarrollar una aplicación Web con JEE es que es una tecnología asentada e implementada en numerosas aplicaciones Web, por lo que se podría pensar que ésta es la mejor solución para desarrollar el presente proyecto. Pero, JEE también tiene desventajas, y una de ellas es el volumen de código que se genera para hacer una aplicación, aunque ésta no sea muy grande, y los ficheros de configuración, que pueden ser también bastante complicados.

Después de haber hecho un prototipo inicial con tecnología JEE, surgió la posibilidad de hacer la aplicación con Grails. Se hizo un prototipo también con Grails y se comprobó que el tiempo de desarrollo de este prototipo comparado con el prototipo de JEE fue mucho menor, siendo también más fácil de implementar la aplicación.

Con esta comparación, se decidió continuar el desarrollo de la aplicación con Grails, que ha permitido concentrarse más en el desarrollo de la lógica de la aplicación y no tanto en la configuración de la misma. También, es la alternativa que mejor tiempo de desarrollo y de mantenimiento ofrece.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	22

### 3. ANÁLISIS

#### 2.1. CASIMIR

CASIMIR se desarrolló como una herramienta para cálculos atmosféricos para la simulación de la transmitancia en el infrarrojo (IR).

CASIMIR se centra en la realización de los cálculos que permiten obtener la transmitancia según la ley de Lambert-Beer, para cada molécula de cualquier gas atmosférico a cualquier número de onda en una región del espectro electromagnético.

CASIMIR basa sus cálculos en la base de datos de HITRAN, que permite hacer cálculos a muy alta resolución, pero que elevan el tiempo de cálculo y sólo modeliza los gases atmosféricos.

##### 2.1.1. CASIMIR CLÚSTER

La primera versión de CASIMIR cubría las necesidades básicas del cálculo de transmitancias, pero requería un tiempo de cálculo muy elevado. Para mejorar este aspecto se creó una segunda versión de CASIMIR, llamada CASIMIR v2 o CASIMIR Clúster, extendiendo las funcionalidades de CASIMIR convirtiéndolo en un sistema capaz de correr sobre multicomputadores de tal modo que vea mejorado su rendimiento.

Con CASIMIR Clúster se consiguieron cubrir los siguientes objetivos, con respecto a CASIMIR:

- Mejorar tiempos de cálculo.
- Mejor adaptación y escalabilidad de la aplicación.
- Disposición del código fuente para modificaciones y mejoras.
- Aumentar las funcionalidades de la aplicación.
- Aprovechar las posibilidades del hardware actual.
- Mejores capacidades de interacción a través de aplicaciones independientes.

De esta manera, el usuario puede interactuar a través de un conjunto de comandos proponiendo así una consulta y obteniendo los resultados buscados ayudando a la representación de gráficos.

##### 2.1.1.1. FUNCIONAMIENTO DE CASIMIR CLÚSTER

En la siguiente gráfica se puede observar una visión general de CASIMIR Clúster. En él podemos observar las 3 grandes áreas de que se desea conste casimir: trabajador, servidor y herramientas.

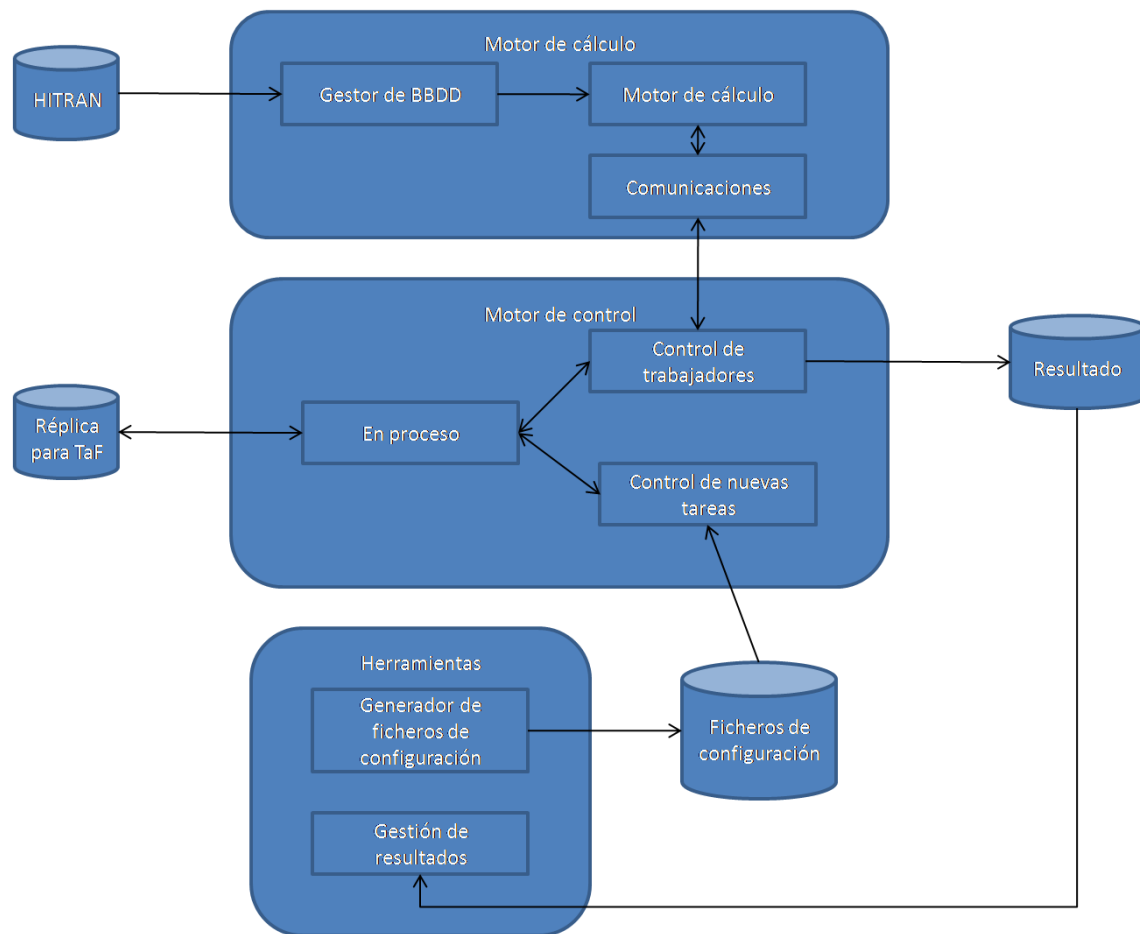


Figura 19. Lógica de la aplicación CASIMIR

Los siguientes diagramas tratan de dar una mejor visión de lo que cada una de las partes deberá hacer. Como en el caso anterior, no se profundiza en el cómo harán su labor.

Para comprender mejor el funcionamiento, se mostrará a continuación tres gráficas que resumen las principales funcionalidades de CASIMIR.

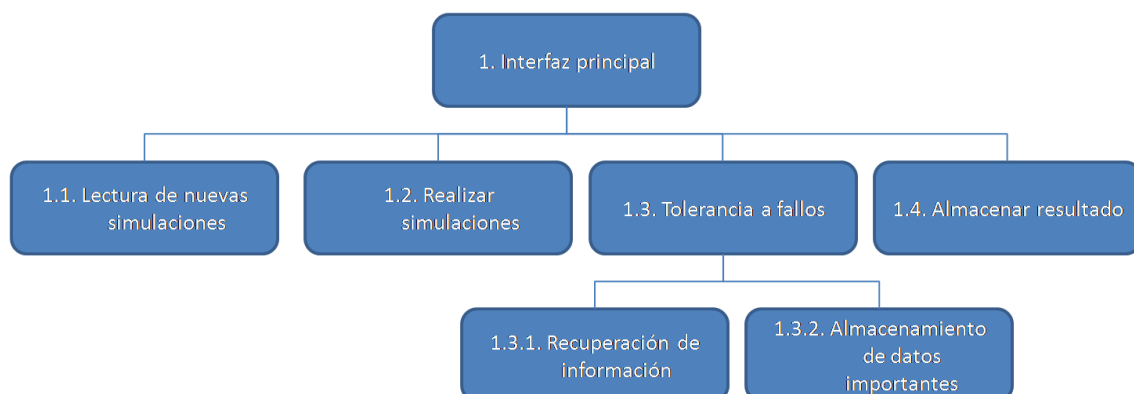


Figura 20. Modelo jerárquico servidor CASIMIR

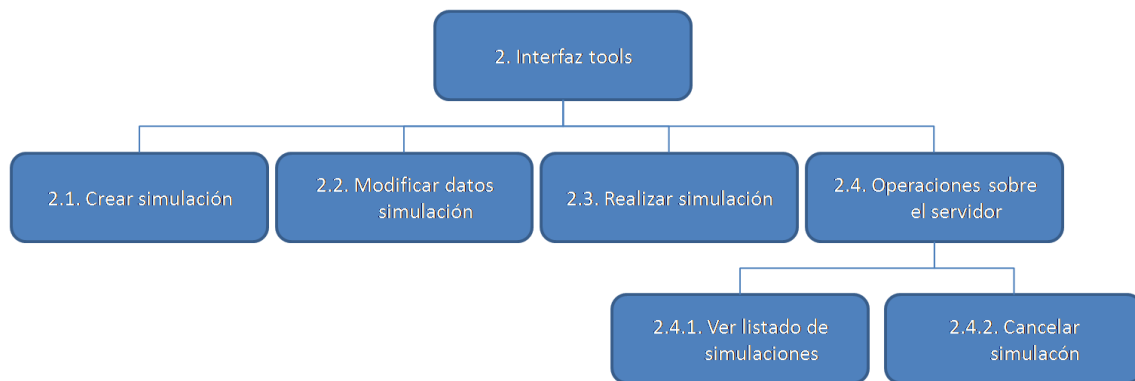


Figura 21. Modelo jerárquico de las herramientas

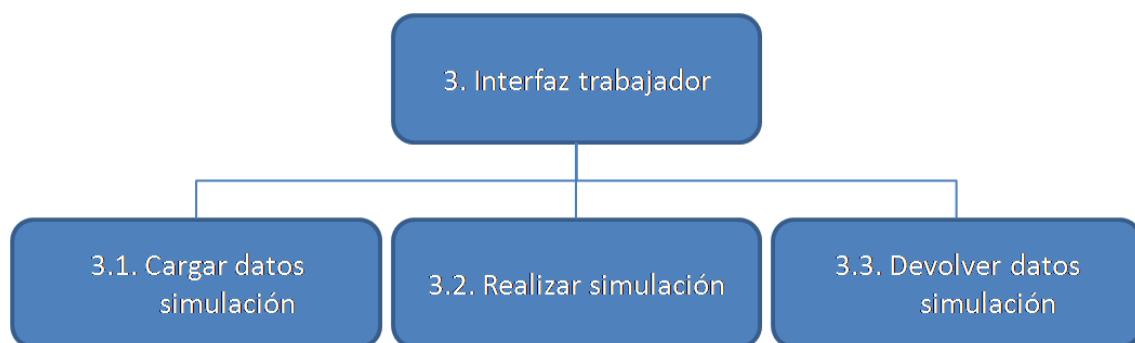


Figura 22. Modelo jerárquico del trabajador

## FUNCIONAMIENTO INTERNO

En las anteriores figuras hemos visto las funcionalidades lógicas que CASIMIR Clúster ofrece de cara al usuario o entre sus diferentes componentes. Dicho de otro modo, se refieren a las funcionalidades que cada parte de casimir ofrece al exterior.

En las siguientes figuras nos centramos en el funcionamiento lógico interno de CASIMIR Clúster, es decir, las operaciones lógicas que realiza internamente para poder ofrecer un resultado óptimo.

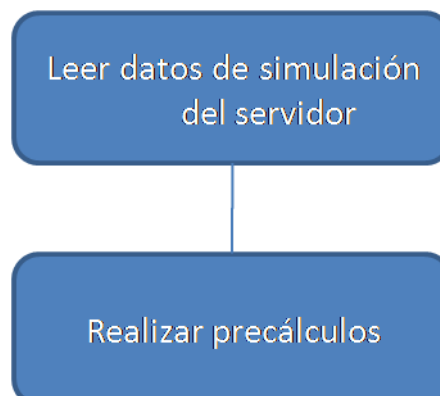


Figura 23. Carga de datos de una simulación en el servidor



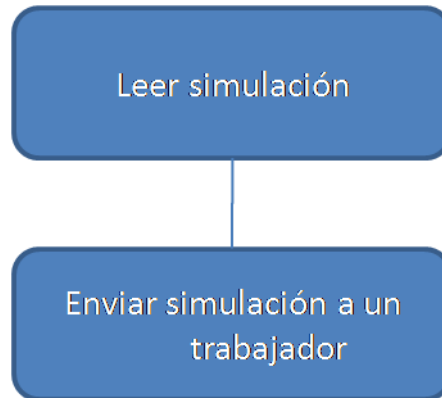


Figura 24. Hacer una simulación

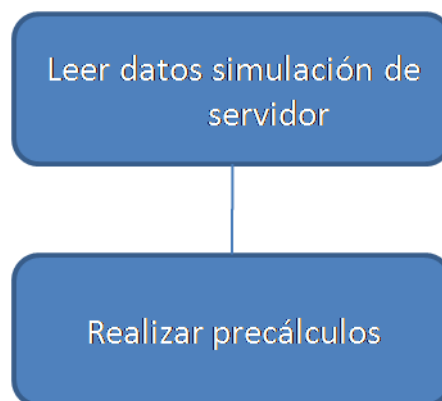


Figura 25. Carga de los datos de una simulación en el trabajador

### 2.1.2. EVOLUCIÓN DE CASIMIR

El proyecto CASIMIR ha tenido dos versiones, como hemos visto hasta ahora. La primera versión, a la que denominamos CASIMIR v1 o CASIMIR Windows, es una aplicación “monousuario”, es decir, que sólo la puede ejecutar un usuario a la vez, y “monoplataforma”, ya que sólo se puede ejecutar en el sistema operativo Windows. La segunda versión, a la que denominamos CASIMIR v2 o CASIMIR Clúster, es una aplicación multiusuario, ya que puede ser ejecutada por varias personas a la vez, y multiplataforma, porque se puede ejecutar desde cualquier máquina. CASIMIR Clúster aprovecha las ventajas de los clúster en cuanto a cómputo paralelo y distribuido

Cuando se desarrolló CASIMIR Clúster, se perdió la parte de interfaz gráfica que tenía CASIMIR Windows, ya que CASIMIR Clúster sólo se puede ejecutar desde línea de comandos.

Para cubrir esta deficiencia, se ha desarrollado CASIMIR Web, para proporcionar a CASIMIR Clúster de una interfaz gráfica usable y aprovechar las ventajas de una aplicación Web, es decir, que sólo se necesita un ordenador con conexión a internet y un navegador para acceder a la aplicación. Así pues, no es necesario tener la aplicación instalada en el propio ordenador.

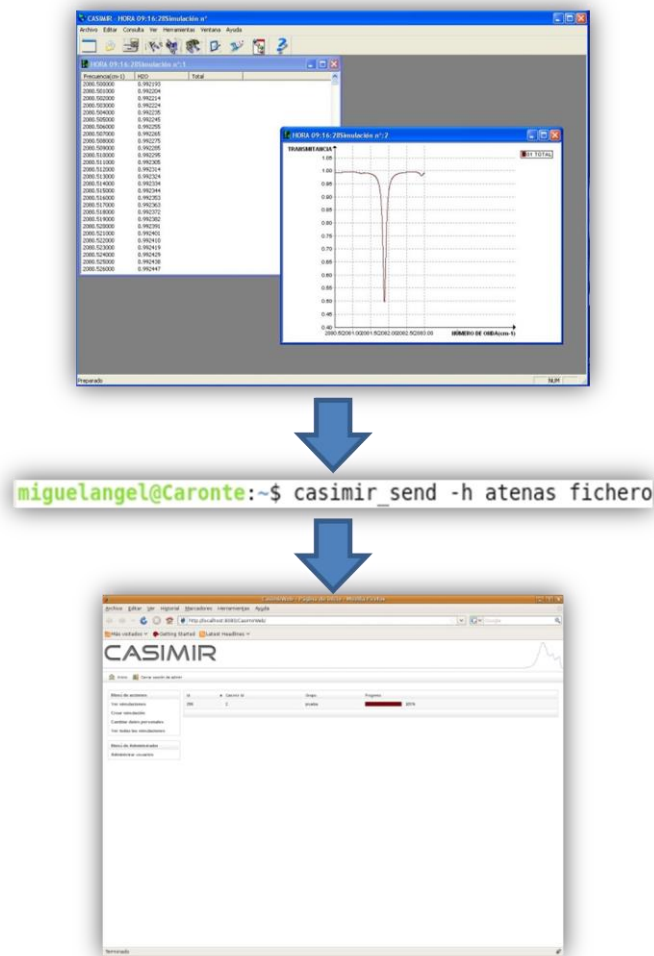


Figura 26. Evolución de CASIMIR

## 2.2. INTERFAZ DE CASIMIR

### 2.2.1. REQUISITOS DE USUARIO

Cada requisito será identificado de forma unívoca. En primer lugar se describen los relativos a la capacidad que ofrecen. En segundo lugar se enuncian los relativos a restricciones impuestas por el cliente sobre la forma en que el problema se resuelve o la manera en la que se alcanza un objetivo.

Se describirán mediante la siguiente tabla:

Identificador	
Descripción	
Importancia	
Origen	
Complejidad	
Requisitos relacionados	

Tabla 3. Tabla de requisitos

Donde:

- Identificador: Será el identificador unívoco para cada requisito, indicando el tipo de requisito dentro del mismo. En los requisitos funcionales o de capacidad, el código tendrá el formato RF-XX, donde XX es el número de requisito. Los no funcionales (de restricción) tendrán un código RNF-XX, y los de almacenamiento (información que se debe almacenar en el sistema), un código de tipo RA-XX.
- Descripción: explicará en pocas líneas el requisito especificado.
- Importancia: tomará uno de los siguientes valores: imprescindible, media u opcional.
- Origen: este campo determina quién ha establecido el requisito: el cliente, el usuario del sistema o el equipo de desarrollo.
- Complejidad: se hará una estimación de la dificultad o el esfuerzo que supone el cumplimiento del requisito; puede tomar los valores alta, media, baja o ninguna. Este valor se debe ir ajustando a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Requisitos relacionados: lista de requisitos que tienen relación con el especificado.

#### 2.2.1.1. REQUISITOS DE CAPACIDAD

RF-01	
El sistema se comunicará con CASIMIR Clúster.	
Importancia	Imprescindible
Origen	Cliente
Complejidad	Baja
Requisitos relacionados	

RF-02	
El sistema dispondrá de control de usuarios.	
Importancia	Imprescindible
Origen	Cliente
Complejidad	Baja
Requisitos relacionados	

RF-03	
Habrá distintos perfiles de usuario (administrador, usuario normal, etc.).	
Importancia	Imprescindible
Origen	Cliente
Complejidad	Baja

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	28

<b>Requisitos relacionados</b>	RF-02
--------------------------------	-------

RF-04	
Las simulaciones que sean de un usuario sólo podrán ser accedidas por dicho usuario y el administrador.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-05	
Todas las simulaciones serán de tipo “simulador en tierra” (la altura será siempre de 0 metros).	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-06	
Se utilizará el modelo atmosférico 1976 ( <i>model US STANDARD 1976</i> ), para tomar los valores por defecto de concentraciones y temperatura.	
<b>Importancia</b>	Media
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-07	
Las concentraciones de moléculas se introducirán en partes por millón en volumen (ppmV).	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-08	
La concentración de agua podrá indicarse en partes por millón o en tanto por ciento de humedad relativa.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-09	
Por defecto se utilizarán todos los isótopos de una molécula seleccionada para las simulaciones. Aún así, los isótopos podrán modificarse para ajustarse mejor a las condiciones deseadas de simulación.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	29

<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-10	
Se mostrarán las unidades de los campos a introducir para evitar errores. Los gases en “ppmV”, la temperatura en “K”, la longitud en “m”.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-11	
Se permitirá almacenar las simulaciones para su uso posterior en el sistema.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-12	
Las simulaciones estarán agrupadas bajo un nombre para facilitar la identificación de grandes grupos de simulaciones que englobadas en un único proyecto. También dispondrán de una descripción para identificarlas.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-13	
El sistema podrá enviar correos electrónicos de aviso cuando un grupo de simulaciones se complete.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-14	
Las simulaciones solicitadas podrán disponer de una o más celdas.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-15	
Las celdas se añadirán por defecto al final de la secuencia.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	30

<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-16	
Las celdas podrán ser cambiadas de posición antes de enviar la simulación a procesar.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-17	
La celda más cercana al punto de observación será la que se encuentre en la parte izquierda de la pantalla. Para facilitar su identificación en cualquier caso, se dispondrá de un indicador que la identifique de forma sencilla.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-18	
Los usuarios podrán modificar su perfil.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	RF-03

RF-19	
Debe poderse seguir el progreso de las simulaciones.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-20	
Cuando el progreso de la simulación llegue al 100%, podrán observarse los resultados de la simulación enviados por CASIMIR Clúster.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-21	
Los resultados de transmitancia o radiancia (que también pueden estar suavizados) de la simulación se mostrarán de forma gráfica y de forma numérica; y se pueden descargar (en ASCII) con identificación unívoca.	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	31

<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-22	
La aplicación estará disponible durante las 24 horas del día y los 365 días del año.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Alta
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-23	
Deberá existir una ayuda que el usuario podrá consultar en cualquier momento. Tanto desde la aplicación (en formato Web), como papel.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-24	
Deberá existir un manual para el despliegue y puesta en marcha de la aplicación.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-25	
Se podrá obtener el suavizado de los espectros calculados a la resolución espectral requerida por el usuario.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RF-26	
Para cada campo que se pueda introducir (concentración, temperatura, etc.) se mostrará información acerca de qué es ese campo y en el formato que se debe introducir.	
<b>Importancia</b>	Media
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	RF-07, RF-08, RF-09, RF-10

### 2.2.1.2. RESTRICCIONES

RNF-01	
El sistema deberá ser accesible desde cualquier navegador Web.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Cliente
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

RNF-02	
Sólo se podrán utilizar los postcálculos que se encuentren en CASIMIR Clúster.	
<b>Importancia</b>	Imprescindible
<b>Origen</b>	Desarrollador
<b>Complejidad</b>	Baja
<b>Requisitos relacionados</b>	

### 2.2.2. REQUISITOS SOFTWARE

Los requisitos software específicos van a ser descritos en esta sección. Cada requisito será identificado de forma unívoca. Estos requisitos se van a identificar de la siguiente manera:

- Requisitos Funcionales: RSF
- Requisitos de Interfaz: RSI
- Requisitos Operacionales: RSO
- Requisitos de Verificación: RSV
- Requisitos de Documentación: RSD

Se describirán mediante la siguiente tabla:

Identificador	
<b>Fuente</b>	
<b>Prioridad</b>	
<b>Necesidad</b>	
<b>Claridad</b>	
<b>Verificabilidad</b>	
<b>Estabilidad</b>	
<b>Descripción</b>	

Tabla 4. Descripción de los Requisitos Software

Donde:

- Identificador: Será el identificador unívoco descrito anteriormente
- Fuente: Será la fuente en forma de requisito de usuario de donde se ha obtenido ese requisito.
- Prioridad: Orden en que se desea realizar. Puede ser “Alta”, “Media” o “Baja”.
- Necesidad: Describe el grado de obligatoriedad del requisito. Puede ser “Esencial”, “Deseable” u “Opcional”.
- Claridad: Muestra si el requisito da a entender correctamente lo que se quiere hacer. Puede ser “Alta”, “Media” o “Baja”.



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	33

- Verificabilidad: Indica si el requisito se puede verificar fácilmente o no. Puede ser “Alta”, “Media” o “Baja”.
- Estabilidad: Indica la capacidad del requisito para mantenerse sin cambios. Puede ser “Estable”, o “No estable”.
- Descripción: Muestra de una manera más extensa el objetivo del requisito.

### 2.2.2.1 REQUISITOS FUNCIONALES

RSF-001	
<b>Fuente</b>	RF-01
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	No estable
<b>Descripción</b>	El sistema se comunicará con CASIMIR Clúster para enviar las simulaciones realizadas por un usuario.

RSF-002	
<b>Fuente</b>	RF-01
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	No estable
<b>Descripción</b>	El sistema se comunicará con CASIMIR Clúster para recibir el resultado de las simulaciones realizadas por un usuario.

RSF-003	
<b>Fuente</b>	RF-01
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	No estable
<b>Descripción</b>	El sistema se comunicará con CASIMIR Clúster para recibir el estado de las simulaciones realizadas por un usuario.

RSF-004	
<b>Fuente</b>	RF-02
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrá registrar un nuevo usuario en el sistema, indicando el nombre, la contraseña, una dirección de correo electrónico válida y el rol del usuario.

RSF-005	
<b>Fuente</b>	RF-02, RF-18

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	34

<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrán modificar los datos de un usuario existente en el sistema.

RSF-006	
<b>Fuente</b>	RF-02
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrá dar de baja un usuario existente en el sistema.

RSF-007	
<b>Fuente</b>	RF-02
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrán visualizar los usuarios registrados en el sistema.

RSF-008	
<b>Fuente</b>	RF-03
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrá registrar un nuevo rol en el sistema, indicando el nombre del rol, una breve descripción, si puede administrar simulaciones y si puede administrad usuarios.

RSF-009	
<b>Fuente</b>	RF-03
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrán modificar los datos de un rol existente en el sistema.

RSF-010	
<b>Fuente</b>	RF-03
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	35

<b>Descripción</b>	Se podrá dar de baja un rol existente en el sistema.
--------------------	--

RSF-011	
<b>Fuente</b>	RF-03
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrán visualizar los roles registrados en el sistema.

RSF-012	
<b>Fuente</b>	RF-04, RF-19
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Existirá una tabla en la pantalla principal donde el usuario podrá ver las simulaciones que haya realizado y podrá acceder a visualizar las suyas propias.

RSF-013	
<b>Fuente</b>	RF-04
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Existirá un apartado en la aplicación donde el usuario podrá ver los grupos de simulaciones que ha creado. También podrá acceder a las simulaciones creadas dentro del grupo de simulación.

RSF-013	
<b>Fuente</b>	RF-04
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Existirá un apartado en la aplicación donde el administrador podrá ver las simulaciones de todos los usuarios.

RSF-014	
<b>Fuente</b>	RF-05
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Al crear una nueva simulación, se le asignará por defecto del dato altura a 0.

RSF-015	
<b>Fuente</b>	RF-06
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se utilizará el modelo atmosférico 1976 ( <i>model US STANDARD 1976</i> ), para tomar los valores por defecto de concentraciones y temperatura.

RSF-016	
<b>Fuente</b>	RF-07
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las simulaciones contendrán moléculas.

RSF-017	
<b>Fuente</b>	RF-07
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las moléculas tendrán un atributo llamado concentración, que se introducirá en partes por millón (ppmV).

RSF-018	
<b>Fuente</b>	RF-06
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las moléculas tendrán un atributo llamado concentración, que tendrá como valores por defecto los que marca el modelo atmosférico 1976.

RSF-019	
<b>Fuente</b>	RF-08
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	La concentración de agua podrá indicarse en partes por millón o en tanto por ciento de humedad relativa.

RSF-020	
<b>Fuente</b>	RF-09

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	37

<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las moléculas contendrán isótopos. Cada molécula contendrá sus isótopos correspondientes.

RSF-021	
<b>Fuente</b>	RF-09
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Por defecto, se mostrarán todos los isótopos de una molécula seleccionados.

RSF-022	
<b>Fuente</b>	RF-09
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se podrán seleccionar los isótopos deseados para una molécula.

RSF-023	
<b>Fuente</b>	RF-10
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	En los campos de introducción de datos de la simulación, se mostrarán las unidades.

RSF-024	
<b>Fuente</b>	RF-10
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los campos de introducción de la concentración se mostrarán las unidades, que será en partes por millón (ppmV).

RSF-025	
<b>Fuente</b>	RF-10
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	38

<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los campos de introducción de la temperatura se mostrarán las unidades, que será en Kelvin (K).

RSF-026	
<b>Fuente</b>	RF-10
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los campos de introducción de la longitud se mostrarán las unidades, que será en metros (m).

RSF-027	
<b>Fuente</b>	RF-11
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las simulaciones se guardarán en una base de datos.

RSF-028	
<b>Fuente</b>	RF-12
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las simulaciones se agruparán en grupos de simulaciones. Los grupos de simulaciones se guardarán en una base de datos.

RSF-029	
<b>Fuente</b>	RF-12
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los grupos de simulaciones tendrán asociadas simulaciones y una descripción.

RSF-030	
<b>Fuente</b>	RF-13
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Cuando el estado de una simulación llegue al 100% (simulación completa), se comprobará si el resto de simulaciones del grupo al que pertenece también están

	completas.
--	------------

RSF-031	
<b>Fuente</b>	RF-13
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Cuando el estado de un grupo de simulaciones llegue al 100% (todas sus simulaciones asociadas están completas), se mandará un correo electrónico al usuario creados del grupo de simulaciones, indicando que dicho grupo ha finalizado, y puede consultar en la aplicación sus resultados.

RSF-032	
<b>Fuente</b>	RF-14
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Media
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las simulaciones contendrán celdas.

RSF-033	
<b>Fuente</b>	RF-14
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Media
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Una celda está formada por uno o más moléculas.

RSF-034	
<b>Fuente</b>	RF-15
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Media
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las celdas nuevas, para una simulación dado, se añadirán al final de la lista de las celdas ya existentes para esa simulación.

RSF-035	
<b>Fuente</b>	RF-16
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las celdas de una simulación, podrán ser recolocadas antes de enviar la simulación a procesar.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	40

RSF-036	
<b>Fuente</b>	RF-16
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las celdas de una simulación, podrán ser borradas antes de enviar la simulación a procesar.

RSF-037	
<b>Fuente</b>	RF-16
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Las celdas de una simulación, podrán ser modificadas antes de enviar la simulación a procesar.

RSF-038	
<b>Fuente</b>	RF-17
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	La celda más cercana al punto de observación será la que se encuentre en la parte izquierda de la pantalla. Para facilitar su identificación en cualquier caso, se dispondrá de un indicador que la identifique de forma sencilla.

RSF-039	
<b>Fuente</b>	RF-20
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Cuando el progreso de la simulación llegue al 100%, podrán observarse los resultados de la simulación enviados por CASIMIR Clúster en la pantalla principal.

RSF-040	
<b>Fuente</b>	RF-20
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Cuando el progreso de la simulación llegue al 100% (simulación completa), podrán observarse los resultados de la simulación enviados por CASIMIR Clúster en la pantalla de "Ver simulaciones".



RSF-041	
<b>Fuente</b>	RF-21
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los resultados de la simulación se mostrarán de forma gráfica, cuando la simulación esté completa, y se podrán descargar en un fichero con formato PNG, con identificación unívoca.

RSF-042	
<b>Fuente</b>	RF-21
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Los resultados de la simulación se mostrarán de forma numérica, cuando la simulación esté completa, y se podrán descargar en formato ASCII, con identificación unívoca.

RSF-043	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “nombre de la simulación”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (máximo 25 caracteres).

RSF-044	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “descripción de la simulación”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (máximo 500 caracteres).

RSF-045	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “puntos de resolución de la simulación”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número entero positivo).

RSF-046	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “frecuencia mínima de la simulación”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número real positivo).

RSF-047	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “frecuencia máxima de la simulación”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número real positivo).

RSF-048	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “distancia de la celda”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número entero positivo).

RSF-049	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “presión total de la celda”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número entero positivo).

RSF-050	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “concentración de la molécula”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número real positivo).

RSF-051	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “presión parcial de la molécula”, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número real positivo).

RSF-051	
<b>Fuente</b>	RF-26
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Para el campo “humedad relativa de la molécula”, en caso de ser la molécula seleccionada el H2O, se mostrará información de qué significa ese campo y el formato que se debe introducir (número real positivo).

#### 2.2.2.2. REQUISITOS DE INTERFAZ

RSI-001	
<b>Fuente</b>	RF-01
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Media
<b>Verificabilidad</b>	Media
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	CASIMIR Web se comunicará con CASIMIR Clúster a través de interfaces creadas para tal fin. Estas interfaces utilizarán el protocolo http para llevar a cabo esa comunicación, Por lo que será necesario que el usuario disponga de conexión a internet para poder utilizar el sistema.

#### 2.2.2.3. REQUISITOS OPERACIONALES

RSO-001	
<b>Fuente</b>	RF-22
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Media
<b>Verificabilidad</b>	Media
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Aplicación disponible las 24 horas del día los 365 días del año. En caso de que esto no fuera posible por motivos de mantenimiento o recuperación, deberá ser comunicado a todos los usuarios con al menos 7 días de antelación.

#### 2.2.2.4. REQUISITOS DE VERIFICACIÓN

RSO-001	
<b>Fuente</b>	RF-03, RF-18
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	El nombre de usuario tendrá una longitud máxima de 25 caracteres.

RSO-002	
<b>Fuente</b>	RF-03, RF-18
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	La contraseña de un usuario tendrá una longitud mínima de 6 caracteres.

RSO-003	
<b>Fuente</b>	RF-03, RF-18
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se comprobará que el correo electrónico introducido tiene el formato adecuado y que detrás de la @ se encuentra un nombre de dominio.

RSO-004	
<b>Fuente</b>	RF-03, RF-18, RF-07, RF-08
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Se comprobará que todos los campos obligatorios han sido rellenados.

#### 2.2.2.5. REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN

RSD-001	
<b>Fuente</b>	RF-23
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Existirá un manual de usuario, que podrá se accedido desde la aplicación.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	45

RSD-002	
<b>Fuente</b>	RF-24
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Claridad</b>	Alta
<b>Verificabilidad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Estable
<b>Descripción</b>	Existirá un documento de plan de puesta en marcha del sistema.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	46

## 4. DISEÑO

### 4.1. INTRODUCCIÓN. DISEÑO DE TRES CAPAS

El diseño de tres capas (*Three-tier*) es una arquitectura cliente servidor en la cual la interfaz de usuario, el proceso lógico (modelo de negocio), el almacenamiento de los datos y el acceso a los mismos son contruidos y mantenidos como módulos independientes, frecuentemente en plataformas separadas.

El diseño de tres capas es una arquitectura software y un patrón de diseño de software.

Aparte de las ventajas del software modular con interfaces bien definidas, la arquitectura de tres capas permite que alguna de las tres capas pueda ser actualizada o reemplazada independientemente de que los requisitos o la tecnología cambien.

Normalmente, la interfaz de usuario se ejecuta en un PC de escritorio o estación de trabajo y utiliza una interfaz de usuario gráfica estándar, la lógica de proceso funcional puede constar de uno o más módulos independientes que se ejecutan en una estación de trabajo o servidor de aplicaciones, y un servidor de base de datos o computadora central contiene la lógica de los datos de almacenamiento. La capa intermedia puede dividirse en múltiples niveles a su vez (en cuyo caso la estructura general se llama una "arquitectura n-capas").

La arquitectura de tres capas posee las siguientes capas:

#### **Capa de presentación**

Es el nivel más alto de la aplicación. La capa de presentación muestra información acerca de los servicios tales como navegación entre distintos productos, compras y contenido de la cesta de la compra. Se comunica con las otras capas presentando los datos de salida a la capa del navegador/cliente y todas las demás capas de la red.

#### **Capa de aplicación (Lógica de negocio/Capa lógica/Capa de acceso a los datos/Capa intermedia)**

La capa lógica se obtiene de la capa de presentación y controla la funcionalidad de la aplicación mediante la realización de un proceso detallado.

#### **Capa de datos**

Esta capa consiste en los servidores de bases de datos. Aquí la información es guardada y recuperada. Esta capa mantiene los datos independientes de los servidores de aplicación o de la lógica de negocio, de esta manera se mejora la escalabilidad y el rendimiento.

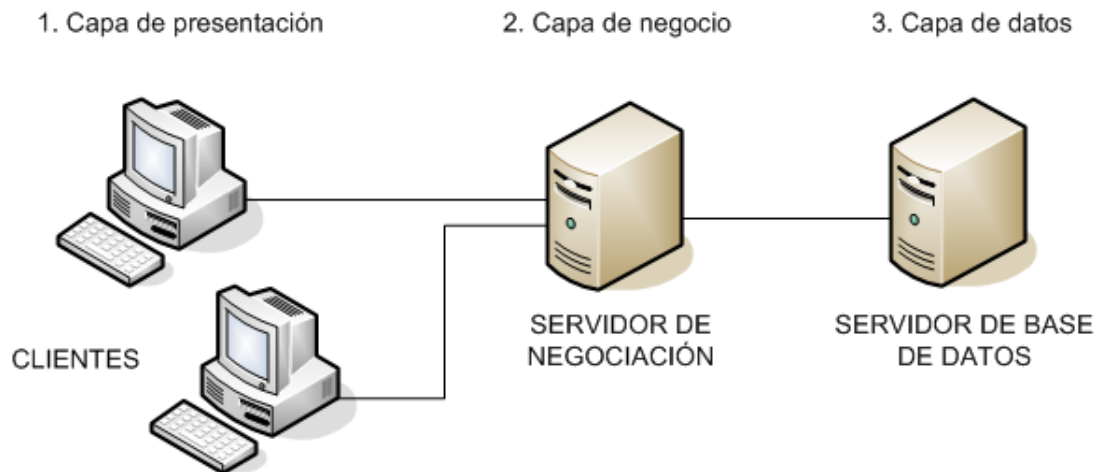


Figura 27. Arquitectura de tres capas

## 4.2. DISEÑO DE LOS DATOS

En el modelo de datos se recogerá toda aquella información necesaria para el sistema así como la estructura en que se mantendrá para garantizar su correcto funcionamiento y almacenamiento.

Este modelo detalla rigurosamente los datos que se almacenan en el sistema, es decir, deberá recoger todas las entidades, atributos e interrelaciones que formarán parte de la base de datos.

Para la elaboración de este modelo se analiza el conjunto de requisitos de usuario teniendo en cuenta las funcionalidades de las que se encarga y los datos que precisa almacenar y se traducen sus especificaciones a elementos del modelo de datos. El resultado de este proceso es una nueva representación de la información, que se conoce con el nombre de esquema E/R.

El modelo E/R resultante con las entidades, atributos e interrelaciones es el siguiente:

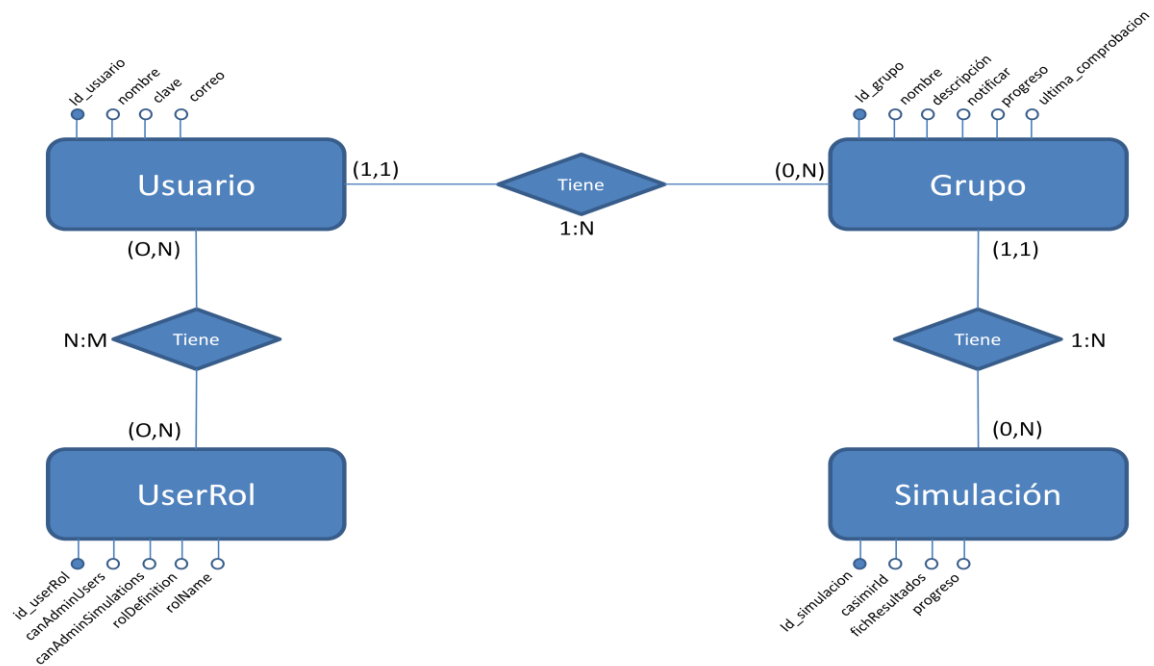


Figura 28. Esquema E/R

A continuación se explican las entidades que recogen la información del entorno del sistema.

- **USUARIO:** Esta entidad representa a todos aquellos usuarios que pueden utilizar la aplicación. Tiene un identificador único, un nombre y una contraseña, destinados al acceso a la aplicación. Mediante el campo correo los usuarios podrán dar de alta su correo electrónico para poder mandarle los mensajes cuando un grupo de simulaciones haya finalizado.
- **USERROL:** Esta entidad representa a los roles que puede haber en el sistema. Este rol se asocia a uno o varios usuarios, y un usuario puede pertenecer a uno o varios roles. Tiene un identificador único, un nombre del rol, una breve descripción y dos campos que pueden tomar el valor “verdadero” o “falso” para saber si el usuario puede administrar a otros usuarios o si el usuario puede administrar simulaciones de otros usuarios.
- **GRUPO:** Esta entidad agrupa las simulaciones en grupos. Tiene un identificador único, un nombre y una descripción para identificarla. El campo “notificar” puede tomar los valores “verdadero” o “falso”, para saber si se debe enviar el mensaje de correo electrónico al usuario en caso de que la simulación haya finalizado. También posee un campo para saber el progreso del grupo de simulaciones, que puede tomar los valores de 0 a 100, siendo 100 el valor que indica que todas las simulaciones del grupo han finalizado. Por último, el campo “ultima\_comprobacion” indica la fecha y hora de la última vez que se ha hecho comprobación del estado del grupo de simulaciones.
- **SIMULACIÓN:** Esta entidad representa una simulación enviada a CASIMIR Clúster. Tiene un identificador único, así como un campo para guardar el identificador que devuelve CASIMIR Clúster cuando la simulación se ha enviado. Este campo sirve para poder hacer todas las comunicaciones con CASIMIR Clúster e identificar la simulación dentro de él. También tiene un campo llamado “fichResultados” que es el nombre del fichero donde se guardan los resultados enviados por CASIMIR Clúster, una vez que la simulación ha concluido. El campo “progreso”



indica el estado de la simulación. Al igual que el campo “progreso” de la entidad “grupo”, puede tomar valores de 0 a 100, siendo 100 el valor que indica la simulación ha finalizado.

### 4.3. DISEÑO DE LA INTERFAZ

En esta tarea se realiza la revisión de la interfaz de usuario, cuya realización permite la elaboración de cada una de las pantallas de la interfaz que se presentan al usuario.

Los diseños de la interfaces aquí detallados carecen de funcionalidad y su objetivo es mostrar la presentación visual de la interfaz que finalmente interactuará con el usuario.

La primera interfaz se corresponde con la página de inicio de la aplicación y podrá ser visualizada por todos los usuarios.

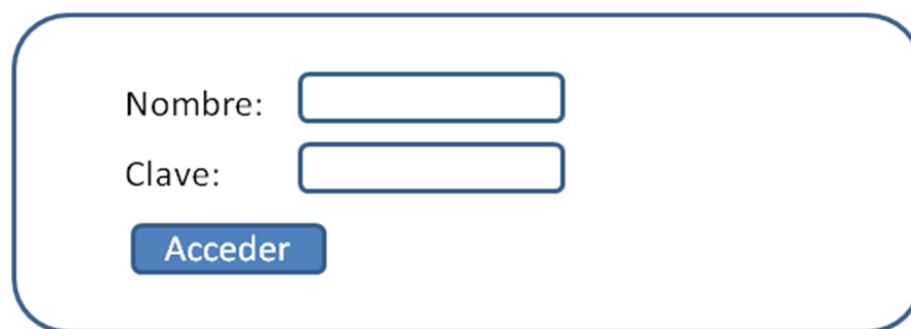


Diagrama de la interfaz de acceso a la aplicación. Muestra un formulario con dos campos de entrada: "Nombre:" y "Clave:". Debajo de los campos hay un botón azul con el texto "Acceder".

Figura 29. Interfaz de acceso a la aplicación

En esta interfaz, se introducirá el nombre de usuario y la clave proporcionadas a dicho usuario.

La siguiente interfaz que se muestra, una vez que el usuario se haya autenticado en el sistema, es la siguiente:

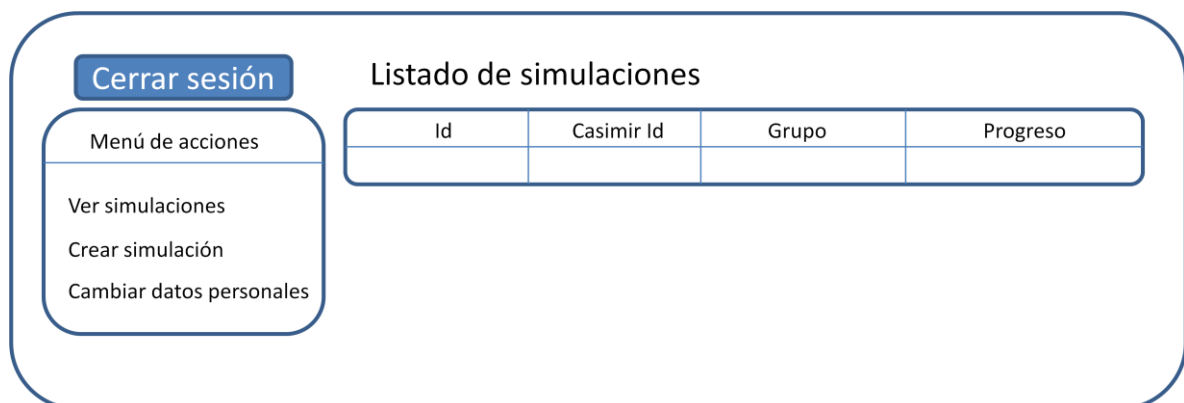


Diagrama de la interfaz principal de la aplicación. A la izquierda hay un menú de acciones con un botón "Cerrar sesión" y tres opciones: "Ver simulaciones", "Crear simulación" y "Cambiar datos personales". A la derecha, bajo el título "Listado de simulaciones", hay una tabla con cuatro columnas: "Id", "Casimir Id", "Grupo" y "Progreso".

Id	Casimir Id	Grupo	Progreso

Figura 30. Interfaz principal de la aplicación

En esta interfaz, el usuario podrá ver todas las simulaciones que ha enviado a CASIMIR Clúster, así como su progreso.

Desde esta interfaz el usuario también podrá acceder a otras interfaces de la aplicación. Con el menú situado a la izquierda podrá acceder al listado de grupos de simulaciones en el apartado “Ver simulaciones”. También podrá crear un grupo de simulaciones desde el apartado “Crear simulación”.

Desde la opción “Cambiar datos personales” podrá modificar los datos referidos a su perfil en la aplicación.

También podrá cerrar la sesión de usuario, mediante el botón habilitado para tal fin encima del menú de acciones.

Si el usuario que se ha autenticado tiene el rol de administrador, esta interfaz principal tendrá además un menú de administrador debajo del menú de acciones.

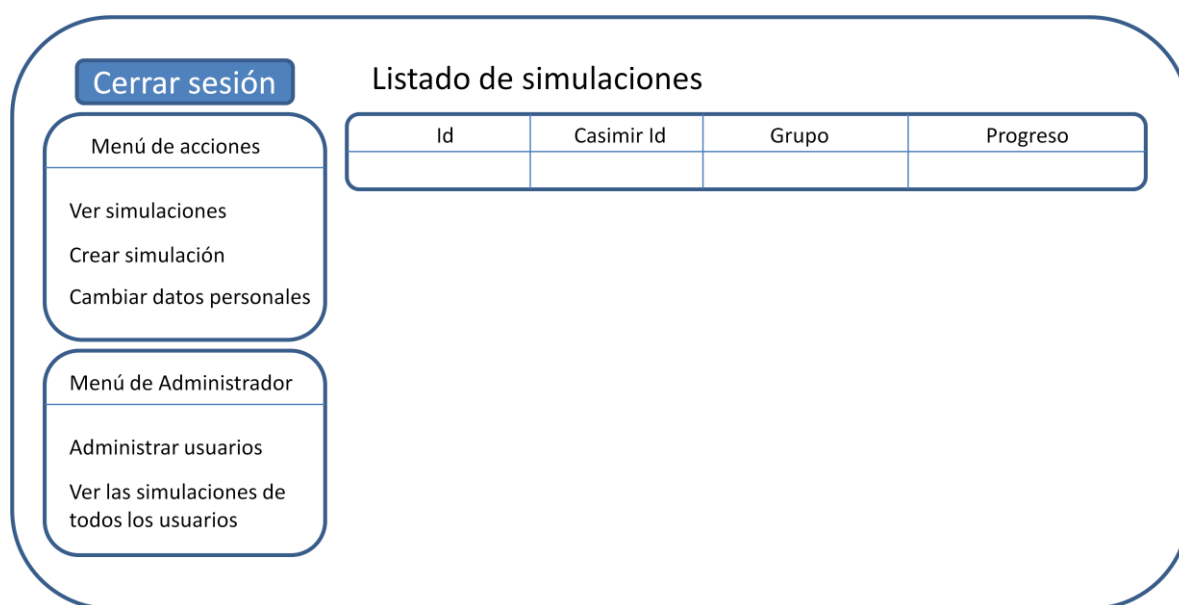


Figura 31. Interfaz principal de la aplicación, con usuario con rol de administrador

Desde el menú de administrador se podrá acceder a las interfaces de administración de usuarios y de visualización de todos los grupos de simulaciones de todos los usuarios.

La interfaz de administración de usuarios será la siguiente:

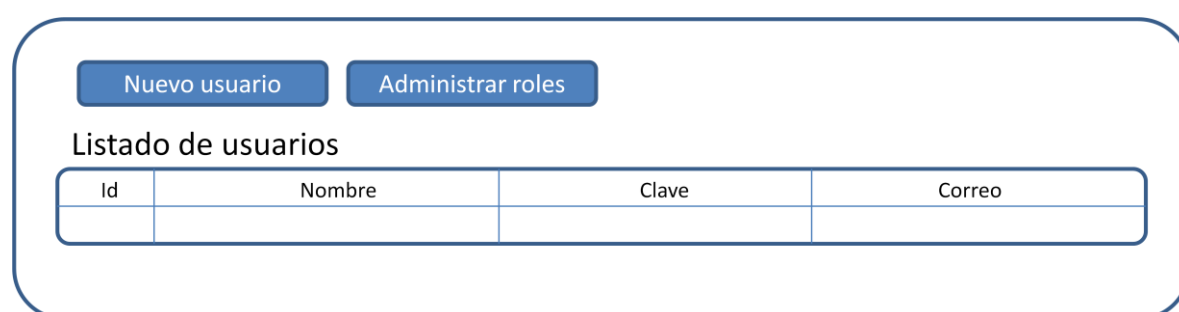


Figura 32. Interfaz de listado de usuarios

En esta interfaz se verá un listado con todos los usuarios dados de alta en el sistema. Se podrá dar de alta un nuevo usuario presionando sobre el botón “Nuevo usuario”. En este caso se mostrará la siguiente interfaz:

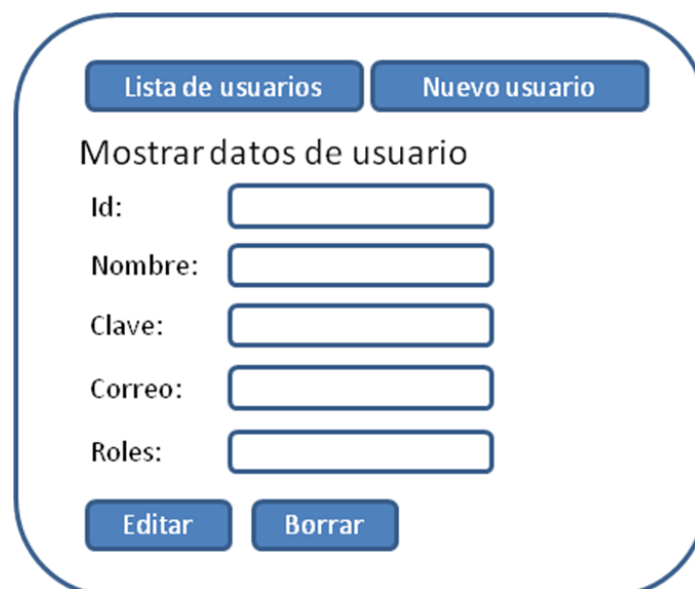


Esta interfaz de usuario está diseñada para crear un nuevo usuario. Se encuentra dentro de un recuadro con esquinas redondeadas y un borde azul. En la parte superior, hay un botón azul con el texto "Lista de usuarios". Justo debajo, el título "Crear usuario" aparece en un color gris oscuro. El formulario contiene cuatro campos de entrada blancos con bordes azules, cada uno precedido por una etiqueta: "Nombre:", "Clave:", "Correo:" y "Roles:". Al final del formulario, hay un botón azul con el texto "Crear".

Figura 33. Interfaz de creación de usuario nuevo

En esta interfaz se darán de alta los datos del nuevo usuario, como son el nombre, la clave, el correo electrónico y los roles que va a poseer. Una vez rellenados todos los datos, se pulsa sobre el botón "Crear" para dar de alta al usuario. También se puede volver a la interfaz del listado del usuario pulsando sobre el botón "Lista de usuarios".

Desde la interfaz del listado de usuarios, presionando en la casilla "Id" de un usuario, podrán ver los datos en concreto de ese usuario, y podrán modificar alguno de sus datos, mediante el botón "Editar", o borrarlo del sistema mediante el botón "Borrar".



Esta interfaz de usuario muestra los datos de un usuario específico. Está dentro de un recuadro con esquinas redondeadas y un borde azul. En la parte superior, hay dos botones azules: "Lista de usuarios" a la izquierda y "Nuevo usuario" a la derecha. Debajo de ellos, el título "Mostrar datos de usuario" aparece en un color gris oscuro. El formulario contiene cinco campos de entrada blancos con bordes azules, cada uno precedido por una etiqueta: "Id:", "Nombre:", "Clave:", "Correo:" y "Roles:". Al final del formulario, hay dos botones azules: "Editar" a la izquierda y "Borrar" a la derecha.

Figura 34. Interfaz de muestra de datos de usuario

Desde la interfaz del listado de usuarios también se podrán administrar los roles, presionando el botón "Administrar roles". La interfaz que se muestra una vez presionado el botón es la siguiente:

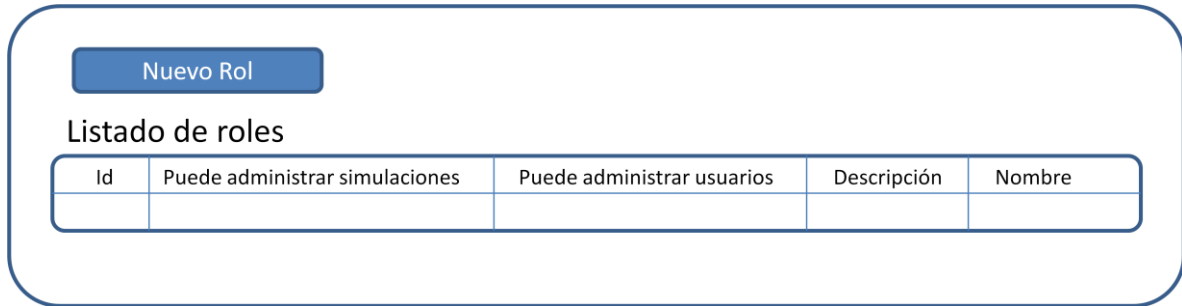


Diagrama de la interfaz de listado de roles. Incluye un botón "Nuevo Rol" y una tabla con los siguientes encabezados: Id, Puede administrar simulaciones, Puede administrar usuarios, Descripción, Nombre.

Id	Puede administrar simulaciones	Puede administrar usuarios	Descripción	Nombre

Figura 35. Interfaz de listado de roles

Al acceder a esta opción podremos ver el listado de roles, y al igual que en la vista de listado de usuarios, accediendo a uno de los roles mediante la casilla "Id", se podrán ver los datos, modificarlos o borrar ese rol. También se podrán dar de alta nuevos roles presionando sobre el botón "Nuevo rol".



Diagrama de la interfaz de creación de un rol nuevo. Incluye un botón "Lista de roles", el título "Crear rol", y campos para "Puede administrar simulaciones", "Puede administrar usuarios", "Descripción" y "Nombre", seguidos de un botón "Crear".

Lista de roles

Crear rol

Puede administrar simulaciones: ☐

Puede administrar usuarios: ☐

Descripción:

Nombre:

Crear

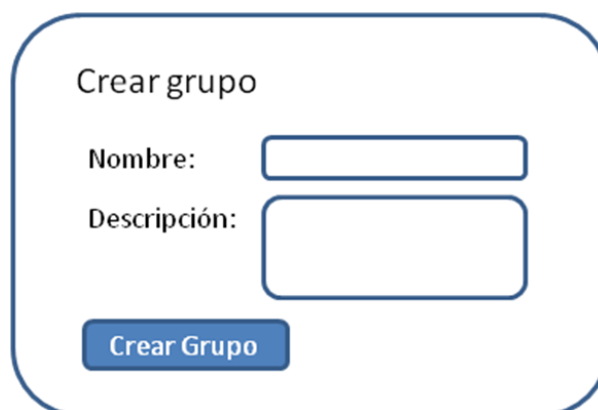
Figura 36. Interfaz de creación de un rol nuevo



Esta interfaz de usuario, titulada "Mostrar rol", está contenida en un recuadro con esquinas redondeadas. En la parte superior, hay dos botones azules: "Lista de roles" a la izquierda y "Nuevo rol" a la derecha. Debajo de ellos, el título "Mostrar rol" precede a un formulario. El formulario incluye un campo de texto etiquetado "Id:", dos casillas de verificación etiquetadas "Puede administrar simulaciones:" y "Puede administrar usuarios:", un campo de texto etiquetado "Descripción:", y un campo de texto etiquetado "Nombre:". En la parte inferior del formulario, hay dos botones azules: "Editar" a la izquierda y "Borrar" a la derecha.

Figura 37. Interfaz de muestra de datos de un rol

Desde la interfaz principal, pulsando sobre la opción "Crear simulación", el usuario accederá a la interfaz de creación de un grupo de simulaciones.



Esta interfaz de usuario, titulada "Crear grupo", está contenida en un recuadro con esquinas redondeadas. El título "Crear grupo" está en la parte superior. Debajo, hay un campo de texto etiquetado "Nombre:" y un campo de texto etiquetado "Descripción:". En la parte inferior, hay un botón azul etiquetado "Crear Grupo".

Figura 38. Interfaz de creación de un grupo

Desde esta interfaz, el usuario, antes de crear una simulación, crea el grupo al que va a pertenecer. Para ello, introduce un nombre y una breve descripción del grupo. Una vez hecho esto, se pulsa sobre "Crear Grupo".

Una vez creado el grupo, el usuario verá la siguiente interfaz de creación de una simulación:

**Crear simulación**

**Datos simulación**

Grupo:

Altura:

Puntos resolución:

Frecuencia mínima:

Frecuencia máxima:

**Datos postprocesados**

☐ Transmitancia

☐ Radiancia


☐ Suavizado

Agregar Postprocesado

**Postprocesados**

Borrar Postprocesado

**Celdas**



Agregar Celda

Borrar Celda

Enviar

Figura 39. Interfaz de creación de una nueva simulación

En esta interfaz se muestra todo lo necesario para crear una simulación y enviarla a CASIMIR Clúster.

Se divide en dos partes, la parte de la creación de los datos comunes para la simulación y la parte de las celdas que contendrá la misma.

En la primera parte, el usuario podrá rellenar los datos de puntos de resolución, frecuencia mínima y frecuencia máxima, así como agregar los postprocesados que se le aplicarán a la simulación, mediante el botón “Agregar Postprocesado”. Se pueden agregar tantos postprocesados como el usuario desee. Una vez agregado, se mostrará en la lista de “Postprocesados”. También se puede borrar uno de los postprocesados de la lista, marcándolo el postprocesado que se quiera eliminar y pulsando el botón “Borrar Postprocesado”.

En la segunda parte, el usuario podrá añadir nuevas celdas a la simulación, mediante el botón “Agregar Celda”. Podrá ver también la lista de celdas que se han añadido. Éstas aparecerán a continuación de la imagen del ojo, que representa dónde estaría el observador o sensor, y se podrá ver una celda a continuación de otra. Estas celdas tendrán un número para poder ser identificadas y también aparecerá su temperatura, para poder distinguir una de otra. También, se podrá quitar una o más celdas de lista, señalando la celda o celdas que se quiera borrar.

Si el usuario pulsa sobre la opción “Agregar celda”, se mostrará una nueva interfaz donde podrá rellenar los datos correspondientes a la celda.

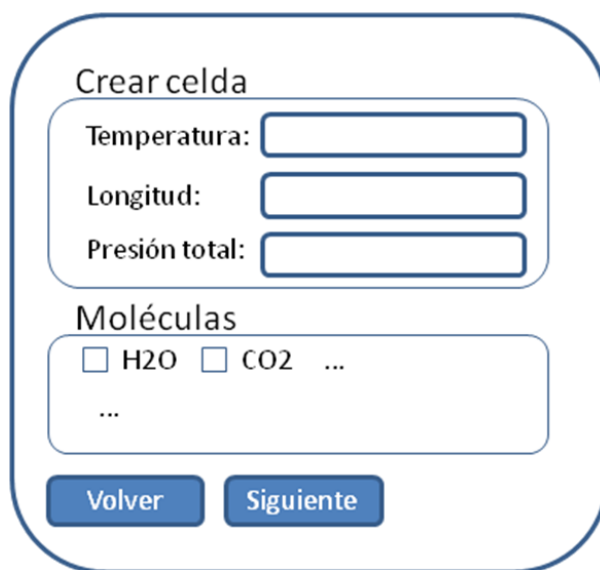


Figura 40. Interfaz de creación de una celda nueva

En esta interfaz, rellena los datos comunes de la celda, como son la temperatura, longitud y presión total.

También se seleccionan las moléculas que contendrá la celda, marcando las que se desee añadir.

Una vez hecho esto, al presionar sobre el botón “Siguiente”, se mostrará la interfaz de configuración de los parámetros de cada molécula seleccionada. Si el usuario desea cancelar la creación de la celda, presionaría sobre el botón “Volver”, para volver a la interfaz de creación de la simulación.

Por cada molécula seleccionada, se mostrará la interfaz de configuración de los parámetros de la molécula correspondiente. En esta interfaz, se podrá rellenar los datos de concentración y presión total de la molécula. Debajo de este apartado, se mostrará una lista de isótopos correspondientes a esa molécula. Se seleccionarán los que el usuario considere oportuno.

Moléculas seleccionadas: [Lista de moléculas]

Seleccionar isótopos de moléculas: [Molécula]

Concentración:

Presión parcial:

Isótopos para molécula: [Molécula]

☐ Isótopo 1 ☐ Isótopo 2 ...

Figura 41. Interfaz de selección de datos de una molécula de la celda

Moléculas seleccionadas: [Lista de moléculas]

Seleccionar isótopos de moléculas: [Molécula Final]

Concentración:

Presión parcial:

Isótopos para molécula: [Molécula Final]

☐ Isótopo 1 ☐ Isótopo 2 ...

Figura 42. Interfaz de selección de datos de la última molécula de la celda

En esta interfaz, se mostrará en la parte superior una lista de las moléculas seleccionadas, recuadrando la que en ese momento se esté configurando. Para avanzar a la configuración de la siguiente molécula de la lista, se pulsará sobre el botón “Siguiente”. Para volver a la molécula inmediatamente anterior de la lista se pulsará sobre el botón “Volver”. En caso de que la interfaz que se está viendo corresponda a la de la primera molécula de la lista, si se presiona sobre el botón “Volver”, se volvería a mostrar la interfaz de configuración de los datos comunes de la celda. Si la interfaz que se está viendo corresponde a la última molécula de las seleccionadas en la lista, no aparecerá el botón “Siguiente”, y en su lugar se mostrará el botón “Guardar”. Una vez que el usuario pulsa dicho botón, se guardan todos los datos correspondientes a esa celda, y se mostrará de nuevo la interfaz de creación de la simulación, con la celda añadida en la lista de celdas.



**Crear simulación**

**Datos simulación**

Grupo:

Altura:

Puntos resolución:

Frecuencia mínima:

Frecuencia máxima:

**Datos postprocesados**

☐ Transmitancia

☐ Radiancia


☐ Suavizado

Agregar Postprocesado

**Postprocesados**

Borrar Postprocesado

**Celdas**



Celda 1

Temperatura

Agregar Celda

Borrar Celda

Enviar

Figura 43. Interfaz de creación de una nueva simulación, con una celda añadida

Si se quisiera modificar alguno de los datos de la celda, se podrá pulsar en la celda correspondiente, sobre el botón “Celda X”, donde X representa el número de celda que se quiere modificar, y se mostrarían las interfaces descritas anteriormente, pero con los datos correspondientes a esa celda.

Una vez creada la simulación, con las celdas y los postprocesados añadidos, se procederá a enviar la simulación. Para ello, se presiona sobre el botón “Enviar”.

Al enviar la simulación a CASIMIR Clúster, se mostrará la interfaz de creación de una simulación, para añadir una nueva simulación al grupo que se ha creado anteriormente.

Si ya se han creado todas las simulaciones de dicho grupo, se podrá ver el progreso de las mismas desde la pantalla principal, donde se muestran todas las simulaciones enviadas por el usuario.

**Cerrar sesión**

**Listado de simulaciones**

Id	Casimir Id	Grupo	Progreso
1	1	Grupo 1	<div></div> 0 %

**Menú de acciones**

- Ver simulaciones
- Crear simulación
- Cambiar datos personales

**Menú de Administrador**

- Administrar usuarios
- Ver las simulaciones de todos los usuarios

Figura 44. Interfaz principal con una simulación enviada a CASIMIR Clúster

Cuando cualquiera de las simulaciones tenga como progreso 100% (es decir, esté disponible para consultar sus resultados), se activará la casilla "Id" que enlazará a la interfaz de resultados de esa simulación. En esa interfaz, se podrán observar los resultados de la simulación, de manera gráfica y de manera numérica. Los resultados en formato numérico aparecerán ocultos y podrán ser consultados mediante el botón "Mostrar resultados". Tanto la gráfica como los datos numéricos podrán ser descargados en un fichero, pulsando sobre el botón "Descargar gráfica de Resultados" o "Descargar fichero de Resultados", respectivamente.

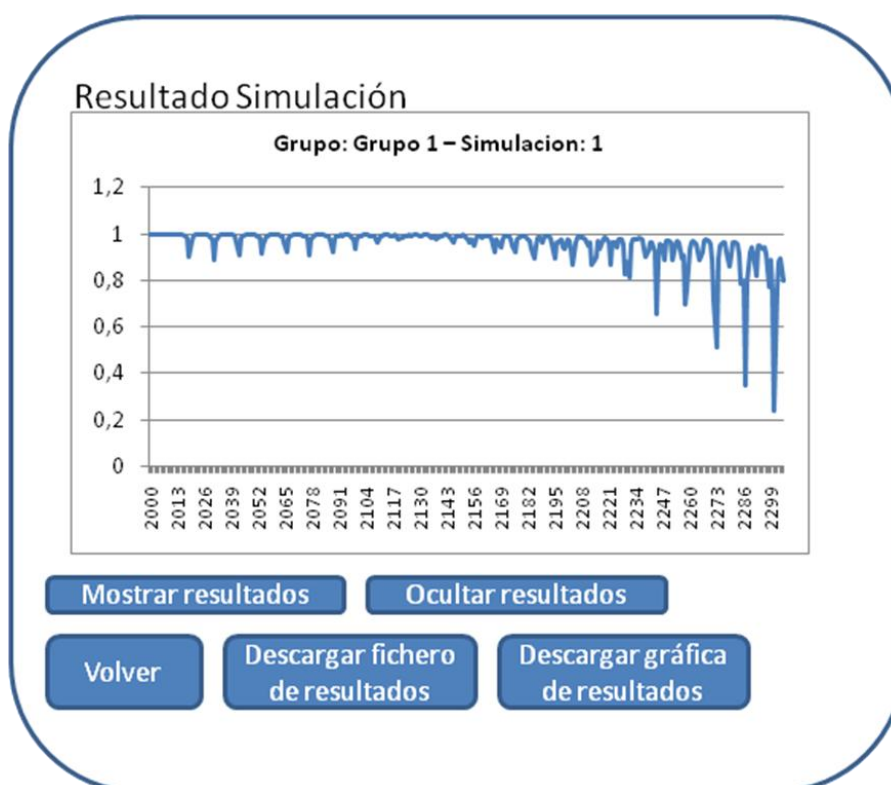


Figura 45. Interfaz de resultados de una simulación

Tanto los resultados de la simulación como el progreso de las mismas, así como el progreso de los grupos de simulaciones, se pueden consultar a través de la opción “Ver simulaciones” de la interfaz principal.

### Listado de Grupos de Simulaciones

Id	Nombre	Descripción	Progreso	Última comprobación	Seleccionar
1	Grupo 1	Descripción Grupo 1	<input type="text"/> 0 %	06/12/2009	<input type="checkbox"/>

Borrar seleccionados

Figura 46. Interfaz de listado de grupos de simulaciones

### Listado de Simulaciones

Id	Casimir Id	Grupo	Progreso	Seleccionar
1	1	Grupo 1	<input type="text"/> 0 %	<input type="checkbox"/>

Borrar seleccionados

Figura 47. Interfaz de listado de simulaciones

Al pulsar sobre esta opción, primero se mostrarán los grupos que ha creado el usuario, donde podrá consultar el nombre, la descripción, el progreso y la fecha de la última comprobación que se ha hecho del progreso del grupo.

Si se pulsa sobre el campo “Id” del grupo, accederemos a la vista de las simulaciones de ese grupo, donde se podrá consultar el “Casimir Id”, grupo al que pertenece y el progreso de la simulación.

Tanto en la vista del listado de grupos, como en la vista del listado de simulaciones se podrán borrar los grupos o simulaciones, respectivamente. Para ello se seleccionará el elemento a borrar y se pulsará sobre el botón “Borrar seleccionados”.

Desde la pantalla principal, el usuario podrá cambiar sus datos personales. Estos datos son el nombre, la clave y el correo electrónico.

### Cambiar datos de usuario

Nombre:

Clave:

Correo:

Guardar

Figura 48. Interfaz de cambio de de datos de un usuario existente

## 4.4. DISEÑO LÓGICO

### 4.4.1. DIAGRAMA DE COMPONENTES

En este apartado se va a proceder a representar el diseño arquitectónico del sistema a realizar. Para ello se ha realizado una división del mismo a varios niveles, que se muestran a continuación:

Diagrama del sistema:

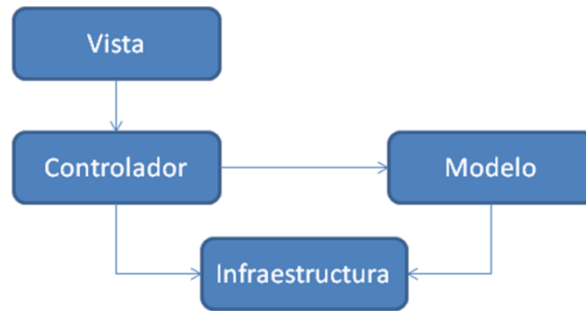


Figura 49. Diagrama del sistema

A continuación procedemos a detallar la descomposición que se ha realizado del sistema. Para ello se ha descompuesto en cuatro subsistemas, cada uno de ellos siguiendo una arquitectura de N-capas:

- Vista: Este subsistema está dedicado a la presentación de los elementos visuales de la aplicación (interfaz de salida).
- Controlador: Gestiona los mensajes recibidos por los diferentes componentes de la interfaz de usuario y los traduce a mensajes comprensibles por el modelo conceptual. Además es responsable también del flujo de la aplicación y del control de la navegación entre ventanas.
- Modelo: Este subsistema representa el modelo conceptual del sistema, es decir, la lógica interna de la aplicación. En él, se llevan a cabo todas las tareas de procesamiento necesarias para mantener la coherencia.
- Infraestructura: Este subsistema se encarga de realizar todas las operaciones relacionadas con las comunicaciones de los servicios o componentes externos a la aplicación, que son requeridos por los la capa de modelo.
  - Base de datos: El componente proporcionar una interfaz entre la base de datos y todos componentes que tengan que acceder a esta.
  - Trabajos (*Jobs*): Este componente se encarga de ejecutar tareas repetitivas. En este caso, se encargará de comprobar el progreso de las simulaciones y mandar un correo electrónico al usuario cuando todas las simulaciones de un grupo hayan finalizado.

### 4.4.2. DIAGRAMA DE CLASES

A continuación se muestra el diagrama de clases de diseño, seguido por la explicación de cada clase identificada.

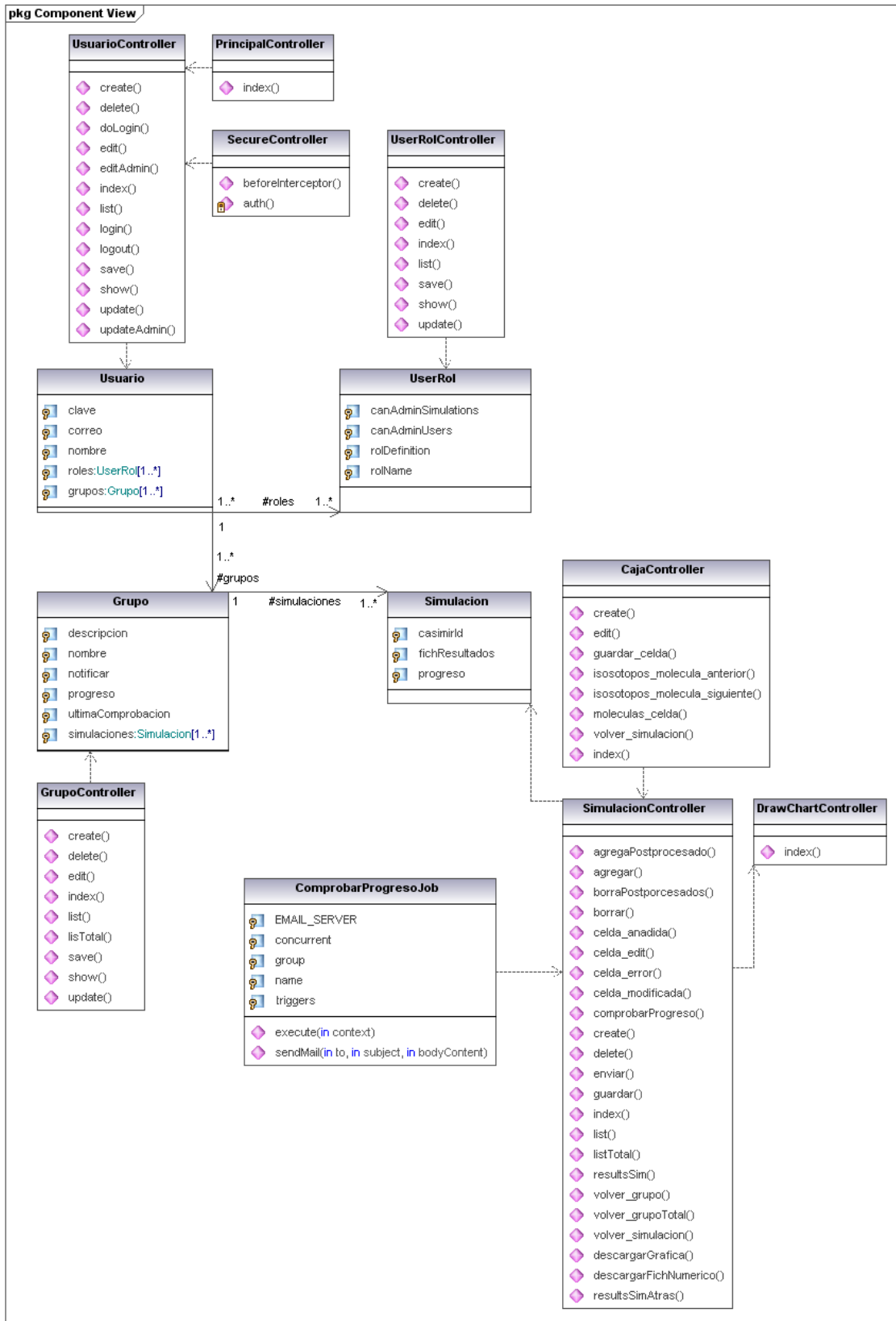


Figura 50. Diagrama de clases

Las clases de los componentes se describirán mediante la siguiente tabla:

Identificador Clase	
<b>Nombre</b>	
<b>Componente</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Dependencias</b>	

Tabla 5. Descripción de las clases

Donde:

- Identificador: Identifica unívocamente la clase.
- Nombre: Nombre que tiene la clase dentro de su respectivo componente.
- Componente: Nombre del componente al que pertenecen la clase que se van a detallar.
- Descripción: Breve descripción de la clase.
- Dependencias: requisitos referencial hacia otros componentes del sistema.

C-001	
<b>Nombre</b>	Usuario
<b>Componente</b>	Modelo
<b>Descripción</b>	Representa a un usuario registrado en el sistema o al administrador, almacenando los datos de la clave, el correo electrónico, el nombre, los roles a los que pertenece y los grupos de simulaciones que tiene.
<b>Dependencias</b>	

C-002	
<b>Nombre</b>	UserRol
<b>Componente</b>	Modelo
<b>Descripción</b>	Representa un rol al que pertenece uno o más usuarios. Se almacenan los datos del nombre del rol, una breve descripción, si puede administrar simulaciones y si puede administrar usuarios.
<b>Dependencias</b>	

C-003	
<b>Nombre</b>	Grupo
<b>Componente</b>	Modelo
<b>Descripción</b>	Representa a un grupo de simulaciones, pertenecientes a un usuario. Los datos almacenados son el nombre del grupo, una breve descripción, si se debe notificar por correo electrónico al usuario de que las simulaciones de ese grupo se han completado, el progreso del grupo, la fecha de la última comprobación del progreso y las simulaciones que tiene.
<b>Dependencias</b>	

C-004	
<b>Nombre</b>	Simulacion
<b>Componente</b>	Modelo
<b>Descripción</b>	Representa a una simulación, perteneciente a un grupo. Se almacenan los datos del id devuelto por CASIMIR Clúster, para la identificación de la simulación dentro de CASIMIR Clúster, la ruta donde se halla el fichero de resultados y el progreso de la simulación.
<b>Dependencias</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	63

C-005	
<b>Nombre</b>	UsuarioController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones concernientes a un usuario. Éstas son el dar de crear al usuario, borrarlo, autenticarse en el sistema, editarlo, editarlo si es el usuario administrador, mostrar un listado de usuarios, ejecutar la autenticación, salir del sistema, guardar los datos del usuario, mostrar los datos de un usuario, modificar sus datos y modificar esos datos si el usuario es administrador.
<b>Dependencias</b>	Usuario

C-006	
<b>Nombre</b>	PrincipalController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones al autenticarse en el sistema.
<b>Dependencias</b>	UsuarioController

C-007	
<b>Nombre</b>	SecureController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar el acceso al sistema, controlando si un usuario pertenece al sistema o no.
<b>Dependencias</b>	UsuarioController

C-008	
<b>Nombre</b>	UserRolController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones relacionadas con los roles de usuario. Éstas son: crear, eliminar, editar, listar, guardar, mostrar y actualizar un rol.
<b>Dependencias</b>	UserRol

C-009	
<b>Nombre</b>	GrupoController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones relacionadas con un grupo de simulaciones. Las operaciones son la de crear, editar, borrar, listar los grupos de un usuario, listar todos los grupos de todos los usuarios, guardar, mostrar y actualizar un grupo.
<b>Dependencias</b>	Grupo

C-010	
<b>Nombre</b>	SimulacionController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones relacionadas con una simulación. Éstas son las de agregar un postprocesado (transmitancia, radiancia o suavizado), agregar una simulación a un grupo, borrar un postprocesado, borrar una simulación, redirigir la petición cuando se ha añadido una celda, redirigir la petición cuando se ha editado una celda, redirigir la petición cuando se ha producido un error en una celda, redirigir la petición cuando se ha modificado una celda, actualizar el estado de las simulaciones en la página principal, crear, borrar, enviar, guardar, listar una simulación de un usuario, listar todas las simulaciones de todos los usuarios, mostrar los resultados de una simulación, redirigir la petición cuando se quiere volver a la vista del listado de grupos, redirigir la petición cuando se quiere volver a la vista del listado de grupos de todos los usuarios y redirigir la petición cuando se quiere volver a la vista de la creación de una simulación.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	64

<b>Dependencias</b>	Simulacion
---------------------	------------

C-011	
<b>Nombre</b>	CajaController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones correspondientes a una celda. Estas operaciones son las de crear, editar, guardar una celda, preparar la página de los isótopos correspondientes a las moléculas seleccionadas, que se podrán recorrer hacia atrás y hacia delante, mostrar la información de una celda y redirigir la petición cuando se quiere volver a la vista de la creación de la simulación.
<b>Dependencias</b>	SimulacionController

C-012	
<b>Nombre</b>	DrawChartController
<b>Componente</b>	Controlador
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones relacionadas con la representación en forma de gráfica de los resultados obtenidos de una simulación. Crea el gráfico para poder ser mostrado por pantalla, y guarda el fichero de la gráfica en el directorio "resultados".
<b>Dependencias</b>	SimulacionController

C-013	
<b>Nombre</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Componente</b>	Infraestructura
<b>Descripción</b>	Se encarga de gestionar las operaciones que se ejecutarán periódicamente. En este caso, esa operación será la de comprobar el progreso de los grupos de simulaciones y de las simulaciones correspondientes, comunicándose con CASIMIR Clúster para obtener el estado de la simulación. También se encarga de enviar un correo electrónico al usuario correspondiente cuando un grupo de simulaciones ha finalizado, indicándole qué grupo es.
<b>Dependencias</b>	Simulacion

Los atributos de las clases del sistema se describirán mediante la siguiente tabla:

Identificador Atributo:	
<b>Nombre Atributo</b>	
<b>Clase</b>	
<b>Tipo</b>	
<b>Descripción</b>	

Tabla 6. Descripción de los atributos

Donde

- Identificador: Identifica unívocamente el atributo dentro de la clase
- Nombre Atributo: Nombre del atributo que se va a describir.
- Clase: Nombre de la clase a la que pertenecen los atributos que se van a detallar.
- Tipo: Tipo de dato del atributo.
- Descripción: Breve descripción del atributo.



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	65

Identificador Atributo: AT-001	
<b>Nombre Atributo</b>	correo
<b>Clase</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Dirección de correo electrónico del usuario, a donde se mandará el mensaje indicando la finalización de un grupo de simulaciones.

Identificador Atributo: AT-002	
<b>Nombre Atributo</b>	clave
<b>Clase</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Dirección de correo electrónico del usuario, a donde se mandará el mensaje indicando la finalización de un grupo de simulaciones.

Identificador Atributo: AT-003	
<b>Nombre Atributo</b>	nombre
<b>Clase</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Nombre del usuario, que junto a la clave, le identificará en el sistema.

Identificador Atributo: AT-004	
<b>Nombre Atributo</b>	roles
<b>Clase</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	Rol
<b>Descripción</b>	Roles a los que pertenece el usuario.

Identificador Atributo: AT-005	
<b>Nombre Atributo</b>	grupos
<b>Clase</b>	Usuario
<b>Tipo</b>	Rol
<b>Descripción</b>	Grupos que ha creado el usuario.

Identificador Atributo: AT-006	
<b>Nombre Atributo</b>	canAdminSimulations
<b>Clase</b>	UserRol
<b>Tipo</b>	Boolean
<b>Descripción</b>	Indica si un usuario puede administrar simulaciones ( <i>true</i> ) o no ( <i>false</i> ).

Identificador Atributo: AT-007	
<b>Nombre Atributo</b>	canAdminUsers
<b>Clase</b>	UserRol
<b>Tipo</b>	Boolean
<b>Descripción</b>	Indica si un usuario puede administrar usuarios ( <i>true</i> ) o no ( <i>false</i> ).

Identificador Atributo: AT-008	
<b>Nombre Atributo</b>	rolDefinition
<b>Clase</b>	UserRol
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Breve descripción de la funcionalidad del rol.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	66

Identificador Atributo: AT-009	
<b>Nombre Atributo</b>	rolName
<b>Clase</b>	UserRol
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Nombre descriptivo del rol.

Identificador Atributo: AT-010	
<b>Nombre Atributo</b>	descripcion
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Breve descripción del grupo de simulaciones.

Identificador Atributo: AT-011	
<b>Nombre Atributo</b>	nombre
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Nombre descriptivo del grupo de simulaciones.

Identificador Atributo: AT-012	
<b>Nombre Atributo</b>	notificar
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	Boolean
<b>Descripción</b>	Indica si se debe enviar el correo electrónico al usuario al que pertenece la simulación cuando el grupo haya finalizado. Si se debe avisar su valor es <i>true</i> , en caso contrario es <i>false</i> .

Identificador Atributo: AT-013	
<b>Nombre Atributo</b>	progreso
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	Integer
<b>Descripción</b>	Indica el progreso del grupo de 0 a 100. El progreso del grupo se calcula como la media de progresos de todas las simulaciones que contenga. Se muestra en porcentaje, indicando la finalización del grupo cuando el progreso llega al valor 100 (100%).

Identificador Atributo: AT-014	
<b>Nombre Atributo</b>	ultimaComprobacion
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	Date
<b>Descripción</b>	Fecha en la que se ha hecho la última comprobación del progreso del grupo.

Identificador Atributo: AT-015	
<b>Nombre Atributo</b>	usuario
<b>Clase</b>	Grupo
<b>Tipo</b>	Usuario
<b>Descripción</b>	Usuario al que pertenece el grupo de simulaciones.

Identificador Atributo: AT-016	
<b>Nombre Atributo</b>	casimirId
<b>Clase</b>	Simulacion
<b>Tipo</b>	Integer

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	67

<b>Descripción</b>	Número entero que identifica la simulación en CASIMIR Clúster. Éste será el Id que devuelve CASIMIR Clúster cuando se ha enviado la simulación, y a través del cual, se podrá saber el estado de la simulación en CASIMIR Clúster.
--------------------	--

Identificador Atributo: AT-017	
<b>Nombre Atributo</b>	fichResultados
<b>Clase</b>	Simulacion
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Nombre del fichero donde se guardan los resultados enviados por CASIMIR Clúster, una vez que la simulación ha concluido.

Identificador Atributo: AT-018	
<b>Nombre Atributo</b>	grupo
<b>Clase</b>	Simulacion
<b>Tipo</b>	Grupo
<b>Descripción</b>	Grupo al que pertenece la simulación.

Identificador Atributo: AT-019	
<b>Nombre Atributo</b>	progreso
<b>Clase</b>	Simulacion
<b>Tipo</b>	Integer
<b>Descripción</b>	Progreso de la simulación, que se representa de 0 a 100. Este progreso es devuelto por CASIMIR Clúster cuando se consulta el estado de la simulación.

Identificador Atributo: AT-020	
<b>Nombre Atributo</b>	EMAIL_SERVER
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Dirección del servidor de correo que se utilizará para enviar los correos electrónicos a los usuarios.

Identificador Atributo: AT-021	
<b>Nombre Atributo</b>	concurrent
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Tipo</b>	Boolean
<b>Descripción</b>	Define si el trabajo ( <i>Job</i> ), se va a ejecutar de forma concurrente ( <i>true</i> ), es decir, aunque un trabajo no haya acabado, se puede ejecutar otro; o no ( <i>false</i> ).

Identificador Atributo: AT-022	
<b>Nombre Atributo</b>	group
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Tipo</b>	String
<b>Descripción</b>	Nombre del grupo al que pertenece el trabajo.

Identificador Atributo: AT-023	
<b>Nombre Atributo</b>	name
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Tipo</b>	Grupo
<b>Descripción</b>	Nombre del trabajo.

Identificador Atributo: AT-023	
<b>Nombre Atributo</b>	Triggers
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Tipo</b>	Clousure
<b>Descripción</b>	Opciones del trabajo, donde se definen el nombre del <i>trigger</i> , cuándo se empieza a ejecutar y el período de repetición del trabajo.

Los métodos de las clases del sistema se describirán mediante la siguiente tabla:

Identificador Método:	
<b>Nombre Método</b>	
<b>Clase</b>	
<b>Descripción</b>	
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Tabla 7. Descripción de los métodos

Donde:

- Identificador: Identifica unívocamente el método dentro de la clase.
- Nombre Método: Nombre del método que se va a detallar.
- Clase: Nombre de la clase a la que pertenecen los métodos que se van a detallar.
- Descripción: Breve descripción de las acciones que implica el método.
- Parámetros entrada: Datos de entrada del método.
- Parámetros salida: Datos de salida del método.

Identificador Método: M-001	
<b>Nombre Método</b>	create
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para crear un nuevo usuario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-002	
<b>Nombre Método</b>	delete
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para borrar un usuario. Si el usuario que se está intentando dar de baja no existe, se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-003	
<b>Nombre Método</b>	doLogin
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para comprobar si el usuario y la contraseña escritos en la pantalla de acceso a la aplicación son correctos. Si es así, se redirige a la pantalla principal de la aplicación, en caso contrario, se muestra un mensaje donde se indica que el usuario o la contraseña no son correctos.
<b>Parámetros entrada</b>	

<b>Parámetros salida</b>	
--------------------------	--

Identificador Método: M-004	
<b>Nombre Método</b>	edit
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para editar un usuario existente en el sistema. Si se está intentando acceder a un usuario que no existe en el sistema, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-005	
<b>Nombre Método</b>	editAdmin
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para editar un usuario existente en el sistema, en caso de que ese usuario sea el administrador, ya que se mostrará una pantalla diferente a la de un usuario normal. Si se está intentando acceder a un usuario que no existe en el sistema, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-006	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-007	
<b>Nombre Método</b>	list
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para listar todos los usuarios del sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-008	
<b>Nombre Método</b>	login
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para comprobar que el usuario que intenta acceder a cualquier método de cualquier controlador está autenticado en el sistema.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-009	
<b>Nombre Método</b>	logout
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para comprobar desconectar de forma segura al usuario del sistema, borrando la sesión del mismo en el sistema.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	70

Identificador Método: M-010	
<b>Nombre Método</b>	save
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos que se hayan rellenado en el formulario de alta del nuevo usuario. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-011	
<b>Nombre Método</b>	show
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar un usuario existente en el sistema. Si no existe el usuario, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-012	
<b>Nombre Método</b>	update
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos modificados que se hayan rellenado en el formulario de edición del usuario. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-013	
<b>Nombre Método</b>	updateAdmin
<b>Clase</b>	UsuarioController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos modificados que se hayan rellenado en el formulario de edición del nuevo usuario, en caso de que el usuario que los esté modificando sea el administrador, ya que se mostrará una vista diferente. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-014	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	PrincipalController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador. Es el primer método que se ejecutará al autenticarse en la aplicación.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-015	
<b>Nombre Método</b>	beforeInterceptor
<b>Clase</b>	SecureController
<b>Descripción</b>	Método que se ejecuta antes que cualquier otro método de cualquier controlador, para comprobar si el usuario que está intentando ejecutar ese método está autenticado en el sistema.
<b>Parámetros entrada</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	71

<b>Parámetros salida</b>	
--------------------------	--

Identificador Método: M-016	
<b>Nombre Método</b>	auth
<b>Clase</b>	SecureController
<b>Descripción</b>	Método que ejecuta la acción que se debe hacer cuando un usuario no está autenticado en el sistema.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-017	
<b>Nombre Método</b>	create
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para crear un nuevo rol.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-018	
<b>Nombre Método</b>	delete
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para borrar un rol. Si el rol que se está intentando dar de baja no existe, se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-018	
<b>Nombre Método</b>	edit
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para editar un rol existente en el sistema. Si se está intentando acceder a un rol que no existe en el sistema, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-019	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-020	
<b>Nombre Método</b>	list
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para listar todos los roles del sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	72

Identificador Método: M-021	
<b>Nombre Método</b>	save
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos que se hayan rellenado en el formulario de alta del nuevo rol. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-022	
<b>Nombre Método</b>	show
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar un rol existente en el sistema. Si no existe el rol, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-023	
<b>Nombre Método</b>	update
<b>Clase</b>	UserRolController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos modificados que se hayan rellenado en el formulario de edición del rol. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-024	
<b>Nombre Método</b>	create
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para crear un nuevo grupo de simulaciones.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-025	
<b>Nombre Método</b>	delete
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para borrar un grupo de simulaciones. Si el grupo que se está intentando dar de baja no existe, se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-026	
<b>Nombre Método</b>	edit
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para editar un grupo de simulaciones existente en el sistema. Si se está intentando acceder a un grupo que no existe en el sistema, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	



Identificador Método: M-027	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-028	
<b>Nombre Método</b>	list
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para listar todos los grupos de simulaciones pertenecientes al usuario autenticado en el sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-029	
<b>Nombre Método</b>	listTotal
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para listar todos los grupos de simulaciones existentes en el sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-030	
<b>Nombre Método</b>	save
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos que se hayan rellenado en el formulario de alta del nuevo grupo de simulaciones. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-031	
<b>Nombre Método</b>	show
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar un grupo de simulaciones existente en el sistema. Si no existe el grupo, se muestra un mensaje de información.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-032	
<b>Nombre Método</b>	update
<b>Clase</b>	GrupoController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos modificados que se hayan rellenado en el formulario de edición del grupo de simulaciones. Si hay algún error, no se guarda y se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-033	
<b>Nombre Método</b>	agregaPostprocesado
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para agregar un postprocesado a la simulación que se está creando, en el formulario de creación de la simulación. Si el orden de la lista de postprocesados ha sido modificado, se reordena en la lista de postprocesados de la simulación. Si no se ha seleccionado ningún postprocesado, se muestra un mensaje de error.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-034	
<b>Nombre Método</b>	agregar
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para Agregar una celda nueva a la simulación. Se guardan los datos de la simulación en memoria, para que al volver a la vista de creación de simulación se mantengan los datos que el usuario ha puesto. Se redirige al controlador caja a la acción <i>create</i> para crear una nueva celda.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-035	
<b>Nombre Método</b>	borraPostprocesado
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para borrar un postprocesado a la simulación que se está creando, en el formulario de creación de la simulación. Si el orden de la lista de postprocesados ha sido modificado, se reordena en la lista de postprocesados de la simulación. Si no se ha seleccionado ningún postprocesado, se muestra un mensaje de error.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-036	
<b>Nombre Método</b>	borrar
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para borrar una celda de las seleccionadas en la vista de creación de la simulación. Se crea un vector de celdas donde por cada celda seleccionada se añade al vector de celdas. Si se consiguen borrar las celdas del vector de cajas, se muestra la vista de crear simulación y se reasigna el id de la celda, si no, se muestra un mensaje de error. También se muestra un mensaje de error cuando no se ha seleccionado ninguna celda.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-037	
<b>Nombre Método</b>	celda_anadida
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para redirigir a la vista de creación de una simulación cuando se añade una celda nueva.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	75

Identificador Método: M-038	
<b>Nombre Método</b>	celda_edit
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para redirigir al controlador caja cuando se edita una celda, comprobando si se ha reordenado la lista de celdas o la lista de postprocesados.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-039	
<b>Nombre Método</b>	celda_error
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para redirigir a la vista de creación de una simulación cuando hay algún error en la creación de una celda.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-040	
<b>Nombre Método</b>	comprobarProgreso
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para actualizar el estado de las simulaciones que se muestran en la página principal.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-041	
<b>Nombre Método</b>	create
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para crear una nueva simulación. Se guarda en la variable de sesión los datos por defecto de una simulación. Se crea la estructura de listas para guardar las simulaciones correspondientes al grupo que se ha creado.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-042	
<b>Nombre Método</b>	delete
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para borrar una simulación. Si la simulación que se está intentando dar de baja no existe, se muestra un mensaje de información en el formulario.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-043	
<b>Nombre Método</b>	enviar
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para enviar la simulación a CASIMIR Clúster. Se crea una nueva tarea donde se añaden las simulaciones. Cada simulación tiene celdas. Para enviar a CASIMIR Clúster los datos, cada celda se trata como una nueva, pero con los mismos datos de altura, anchura, puntos de resolución, frecuencia mínima y frecuencia máxima. Luego se añaden las moléculas de cada celda. Después, se añaden los parámetros a la tarea y se envía a CASIMIR Clúster.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	76

<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-044	
<b>Nombre Método</b>	guardar
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para guardar los datos de la simulación de la clase en el modelo lógico de simulación. Se guardan todos los datos que se han introducido en el formulario de alta de la simulación. Si hay algún campo vacío o con error se muestra un mensaje de error y se muestra la vista de creación de la simulación otra vez. Si no hay errores al guardar la simulación, se redirige al controlador simulación a la acción de creación de una nueva simulación.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-045	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-046	
<b>Nombre Método</b>	list
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para listar todas las simulaciones pertenecientes al usuario autenticado en el sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-047	
<b>Nombre Método</b>	listTotal
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para listar todas las simulaciones existentes en el sistema. Se configuran también las opciones de paginación y ordenación de los datos en la lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-048	
<b>Nombre Método</b>	resultsSim
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para generar los resultados de una simulación. Se busca en la base de datos la simulación pasada como parámetro. Si se encuentra la simulación. Se crea una nueva clase que contiene el número total de resultados de una simulación Se genera la vista de resultados, donde se muestra la gráfica de cada resultado de la simulación y una tabla con los valores de "frecuencia" y "valor" generados.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-049	
<b>Nombre Método</b>	resultsSimAtras
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para generar los resultados de una simulación. Se busca en la base de datos la simulación pasada como parámetro. Si se encuentra la simulación. Se crea una nueva clase que contiene el número total de resultados de una simulación Se genera la vista de resultados, donde se muestra la gráfica de cada resultado de la simulación y una tabla con los valores de "frecuencia" y "valor" generados. Este método se utiliza cuando el usuario pulsa el botón "Volver" para mostrar los resultados anteriores de la simulación.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-050	
<b>Nombre Método</b>	volver_grupo
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para redirigir a la vista de listado de grupos cuando se presiona el botón de volver.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-051	
<b>Nombre Método</b>	volver_grupoTotal
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para redirigir a la vista de listado total de grupos cuando se presiona el botón de volver.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-052	
<b>Nombre Método</b>	descargarGrafica
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para descargar el fichero de la gráfica que se esté visualizando por pantalla en ese momento. Crea un nuevo fichero con el contenido del fichero temporal creado en el servidor.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-053	
<b>Nombre Método</b>	descargarFichNumerico
<b>Clase</b>	SimulacionController
<b>Descripción</b>	Método para descargar el fichero de los datos numéricos que se estén visualizando por pantalla en ese momento. Crea un nuevo fichero con el contenido del fichero temporal creado en el servidor.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-054	
<b>Nombre Método</b>	create
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para crear una celda nueva. Se comprueba si se está creando una nueva celda, o se está en la vista de creación de una celda por haber vuelto a ella, desde

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	78

	otras vistas. Si se crea la celda, se guarda en la variable de sesión. Se crea un parámetro de respuesta que contiene la lista de moléculas, para que la vista de creación de moléculas contenga esa misma lista.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-055	
<b>Nombre Método</b>	edit
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para editar una celda existente. Permite editar una celda seleccionada en la vista de la simulación. En la variable de sesión de la celda, se guarda dicha celda, para que después sea manejada por los distintos métodos del controlador de caja.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-056	
<b>Nombre Método</b>	guardar_celda
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para guardar la celda dentro de la simulación. Una vez creadas o editadas todas las moléculas seleccionadas se procede a guardarla dentro de la variable sesión. Para saber cuándo hay que guardar y acabar, se comprueba cuando se está creando o editando la última molécula y se llama a este método en vez de al método asociado al botón "Siguiente". Una vez que se han guardado los parámetros de la última molécula seleccionada, comprobando si se está creando o editando, se comprueba si se tiene que añadir la celda como nueva a la simulación o si se está modificando la celda. Cuando se ha añadido o modificado la celda, se redirige al controlador de la simulación para mostrar la vista de la creación de la simulación.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-057	
<b>Nombre Método</b>	isotopos_molecula_anterior
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar información de la molécula anterior, de las seleccionadas en la lista de moléculas para la celda que se está creando o editando. Este método obtiene la molécula anterior de la molécula actual que se está editando o creando. Para ello, dentro de la lista de moléculas, se calcula la posición de la molécula actual y la anterior será esa posición - 1.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-058	
<b>Nombre Método</b>	isotopos_molecula_siguiente
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar información de la molécula siguiente. Este método sirve para mostrar la concentración y los isótopos de cada molécula seleccionada. Primero se comprueba si se está creando una nueva molécula, o se está editando (es decir, que ya ha sido agregada anteriormente a la celda). Si se está creando, se crea la molécula, con el nombre de la misma, la concentración y los isótopos seleccionados. Si se está editando la celda, se guardan los cambios en la posición correspondiente dentro de la celda.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	79

	Después, se calcula cuál es la molécula siguiente. Dentro de la lista de moléculas, se calcula la posición de la molécula actual y la siguiente será esa posición + 1. Se obtiene la concentración y los isótopos de esa molécula siguiente y se muestra la vista de selección de isótopos para esa molécula.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-059	
<b>Nombre Método</b>	moleculas_celda
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para mostrar información de la celda. Una vez creada la celda y seleccionadas las moléculas de la misma, se llama a este método. Si se han seleccionado moléculas, se guardan los parámetros de "temperatura", "distancia" y "presion" en la celda de la variable de sesión. También se guarda en la variable de sesión todas las moléculas seleccionadas y la primera y la última de las moléculas seleccionadas. Después, se comprueba si alguna de las moléculas seleccionadas no está en la lista de moléculas de la celda. Una vez hecho esto, se obtiene la concentración y los isotopos de la primera molécula a crear y se muestra la vista de selección de isótopos. Si en algún momento se escribe con error de formato en los campos de texto, o no se selecciona una molécula, se muestra un mensaje y se redirige al método de editar o de crear según corresponda.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-060	
<b>Nombre Método</b>	volver_simulacion
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método para volver a la vista de la simulación. Se llama a este método cuando se quiere volver a la vista de simulación, sin haber hecho ningún cambio en la celda.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-061	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	CajaController
<b>Descripción</b>	Método que redirige a la acción por defecto en caso de intentar acceder a una acción que no exista para el controlador.
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-062	
<b>Nombre Método</b>	index
<b>Clase</b>	DrawChartController
<b>Descripción</b>	Método que genera la gráfica a partir de los resultados obtenidos por CASIMIR Clúster. Se crea el gráfico para ser mostrado por pantalla y se guarda el fichero de la misma en el directorio "resultados".
<b>Parámetros entrada</b>	
<b>Parámetros salida</b>	

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	80

Identificador Método: M-063	
<b>Nombre Método</b>	execute
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Descripción</b>	<p>Método para comprobar el estado de cada simulación, y a su vez, de los grupos que contienen esas simulaciones.</p> <p>Se recorren todas las simulaciones que haya en el sistema, se conecta con CASIMIR Clúster, se obtiene el estado y se guarda ese estado para cada simulación. Se calcula si el estado del grupo que contiene las simulaciones correspondientes, como la media de los progresos de esas simulaciones que contiene.</p> <p>Si el grupo ha llegado al 100% de progreso, se envía un correo electrónico al usuario propietario de ese grupo, para indicarle que ha finalizado.</p>
<b>Parámetros entrada</b>	context – Variable que contiene el contexto de ejecución del trabajo. Contiene todos los detalles del mismo. Se utiliza en este caso para saber si ya se ha creado el trabajo, para crear un solo objeto de comunicación con CASIMIR Clúster, para usar siempre ese mismo objeto en cada ejecución de este método.
<b>Parámetros salida</b>	

Identificador Método: M-064	
<b>Nombre Método</b>	sendMail
<b>Clase</b>	ComprobarProgresoJob
<b>Descripción</b>	Método para enviar un correo electrónico, a través del servidor definido, con un asunto y un cuerpo de mensaje definidos en los parámetros de entrada.
<b>Parámetros entrada</b>	<p>to – El destinatario del correo electrónico.</p> <p>Subject – Asunto del correo electrónico.</p> <p>bodyContent – Cuerpo del mensaje del correo electrónico.</p>
<b>Parámetros salida</b>	



## 5. IMPLANTACIÓN, MANUAL DE USUARIO Y PRUEBAS

### 5.1. IMPLANTACIÓN

En esta sección se explicará cómo instalar el servidor Web Tomcat en un ordenador con una distribución Linux Debian 5, la instalación de la base de datos MySQL y cómo desplegar la aplicación en dicho servidor. En otras distribuciones Linux, la instalación será parecida, pero se recomienda que se consulte el manual de instalación de Tomcat para cada distribución Linux.

Los pasos a seguir para la instalación de Tomcat, en su versión 5.5, son los siguientes:

- Instalación de Java: Primero hay que instalar el JRE y JDK de Sun en el sistema. La versión 6 es la versión actual. Las siguientes entradas en **/etc/apt/sources.list** son necesarias para descargar Java directamente desde el repositorio:
  - deb http://ftp.us.debian.org/debian/ unstable main contrib non-free
  - deb-src http://ftp.us.debian.org/debian/ unstable main contrib non-free
  - deb http://security.debian.org/ testing/updates main contrib non-free
  - deb-src http://security.debian.org/ testing/updates main contrib non-free
  - Se ejecuta la instrucción: **apt-get update** para actualizar las listas de los repositorios.
  - Se ejecuta la instrucción: **apt-get install sun-java6-jre sun-java6-jdk** para descargar el JRE y JDK de java 6.
- Activación y comprobación de Java: Se ejecutan las instrucciones **update-alternatives --config java** y **update-alternatives --config javac** y se chequea la versión de java con las instrucciones **java -version** y **javac -version**. Para saber que se ha instalado correctamente se deberían ver los siguientes mensajes (la versión es la 1.6, pero la subversión, en este caso 0\_20, puede variar):

```
debian:~# java -version
java version "1.6.0_20"
Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.6.0_20-b02)
Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (build 16.3-b01, mixed mode)
debian:~# javac -version
javac 1.6.0_20
```

Figura 51. Comprobación de la versión de Java

- Configuración de variables de entorno: Hay que establecer la variable de JAVA\_HOME para que Tomcat pueda arrancar. Hay que poner las siguientes líneas en el fichero **/etc/profile**:
  - export PATH=\$PATH:/usr/lib/jvm/java-6-sun/bin
  - export JAVA\_HOME=/usr/lib/jvm/java-6-sun
  - export JRE\_HOME=/usr/lib/jvm/java-6-sun/jre

- Instalación de Tomcat: Antes de comenzar la instalación de Tomcat, hay que cerrar la sesión de usuario y volver a abrirla como usuario “root”. Antes de comenzar la instalación, hay que añadir al fichero **/etc/apt/sources.list** las siguientes entradas:
  - deb http://ftp.de.debian.org/debian lenny main contrib
  - deb http://ftp.de.debian.org/debian lenny main
  - Para comenzar la instalación de Tomcat 5.5 hay que ejecutar la siguiente instrucción: **apt-get install tomcat5.5 tomcat5.5-admin tomcat5.5-webapps.**
  - Una vez finalizada la instalación de Tomcat, hay que establecer el valor de la variable **JAVA\_HOME** en el fichero **/etc/default/tomcat5.5**:
    - **JAVA\_HOME=/usr/lib/jvm/java-6-sun**
- Comprobación del funcionamiento de Tomcat: Para comprobar que Tomcat está ejecutándose correctamente, hay que abrir la siguiente dirección: **http://localhost:8180** en cualquier navegador. Debe salir una página parecida a la siguiente:

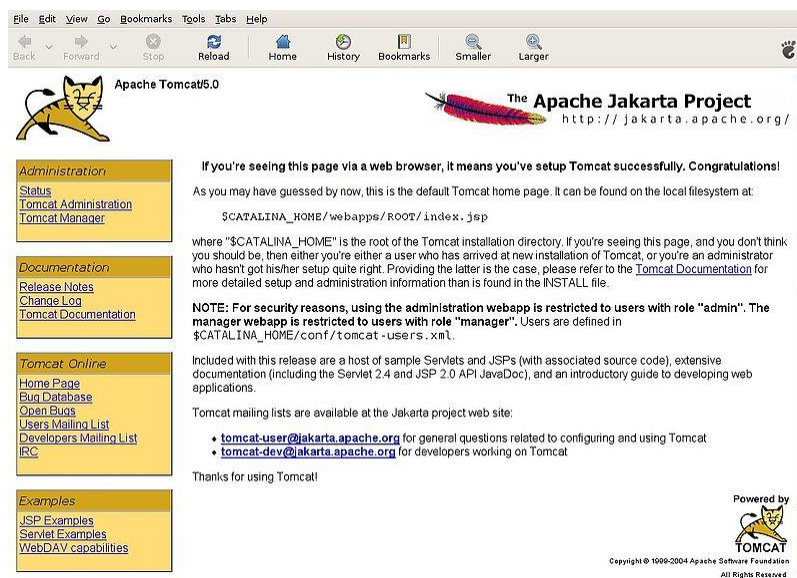


Figura 52. Comprobación de la instalación de Tomcat

- Para configurar los usuarios que pueden acceder a la administración de Tomcat hay que acceder al fichero **\$TOMCAT\_HOME/etc/tomcat-users.xml** y crear un usuario con los roles “admin, manager”.
- Instalación de MySQL: Para instalar la base de datos se ejecuta la siguiente instrucción: **apt-get install mysql-server-5.1**. En este caso la versión que se instala de MySQL es 5.1. Durante la instalación de la base de datos se pedirá crear un usuario, con una contraseña. Pondremos el mismo que hemos configurado en el fichero **DataSource.groovy** de nuestra aplicación.

Una vez instalados Tomcat y MySQL, y comprobado que está ejecutándose correctamente, hay que desplegar la aplicación en el servidor. Para desplegarla únicamente hay que poner el fichero WAR de la aplicación en el directorio correspondiente de Tomcat donde se despliegan las aplicaciones.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	83

Para crear el fichero WAR se ejecuta la siguiente instrucción **grails war**, desde el directorio donde se esté desarrollando la aplicación. Se crea un fichero con el nombre de la aplicación (en este caso **CasimirWeb**) y la extensión **.war**.

Después de haber creado el archivo WAR, se copia ese fichero en el directorio **\$TOMCAT\_HOME/web-apps** y la aplicación empezará a desplegarse automáticamente. Cuando la aplicación se haya desplegado, ya se puede acceder a la aplicación desde cualquier navegador Web, poniendo la dirección del servidor seguido de una barra "/" y el nombre de la aplicación.

## 5.2. MANUAL DE USUARIO

### 5.2.1. ACCESO A LA APLICACIÓN

La primera pantalla se corresponde con la página de inicio de la aplicación y podrá ser visualizada por todos los usuarios.



Figura 53. Acceso a la aplicación

En ella se introduce el nombre y la clave proporcionada al usuario y se pulsa el botón "Acceder". Si el usuario que está intentando acceder no existe o hay algún error en alguno de los dos datos introducidos, se muestra un mensaje de información en esta interfaz [1].



Figura 54. Acceso con usuario o contraseña errónea

### 5.2.2. PANTALLA PRINCIPAL

Una vez que el usuario, en caso de que no tenga el rol de administrador, se ha autenticado en la aplicación, se muestra la siguiente pantalla:

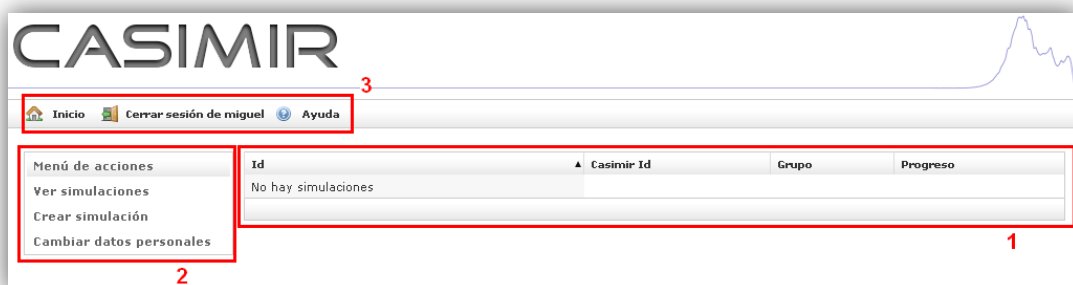


Figura 55. Pantalla principal de un usuario normal

En esta interfaz, el usuario podrá ver todas las simulaciones que ha enviado a CASIMIR Clúster [1], así como su progreso. Si la simulación ha finalizado, además podrá ver los resultados de la misma, ya que se activa el *link* correspondiente a esa simulación, en la casilla Id.

Desde esta pantalla el usuario también podrá acceder a otras interfaces de la aplicación. Con el menú situado a la izquierda [2] podrá acceder al listado de grupos de simulaciones en el apartado “Ver simulaciones”. También podrá crear un grupo de simulaciones desde el apartado “Crear simulación”. Desde la opción “Cambiar datos personales” podrá modificar los datos referidos a su perfil en la aplicación.

Con el menú superior [3], podrá volver a la página de inicio (que en este caso es esta misma interfaz), cerrar la sesión de usuario y mostrar una pantalla de ayuda con una breve descripción de las pantallas del sistema.

En caso de que el usuario que se ha autenticado posea el rol de administrador, esta interfaz de inicio será la misma, pero con un menú más, debajo del “Menú de acciones” [4], donde podrá administrar los

usuarios mediante la opción “Administrar usuarios” y acceder a todos los grupos de simulaciones de todos los usuarios que existan en la aplicación, a través de la opción “Ver las simulaciones de todos los usuarios”.



Figura 56. Pantalla principal del usuario administrador

### 5.2.3. CREACIÓN DE UNA SIMULACIÓN

Si el usuario entra en la opción de creación de una simulación, se muestra la siguiente pantalla:



Figura 57. Creación de un nuevo grupo de simulaciones

Donde el usuario, antes de crear una simulación, crea el grupo al que va a pertenecer. Para ello, introduce un nombre y una breve descripción del grupo [1]. Una vez hecho esto, se pulsa sobre “Crear Grupo” [2]. Si hubiera algún error en la creación, se muestra un mensaje en esta misma interfaz indicándolo [3].

CASIMIR

Inicio

Crear Grupo 3

❗ La propiedad [nombre] no puede ser vacía

Nombre:

Descripción:

Crear Grupo

Figura 58. Creación un nuevo grupo con error en algún campo

Una vez creado el grupo, el usuario verá la siguiente pantalla de creación de una simulación:

CASIMIR

Inicio

Crear Simulación

Grupo prueba creado

**Datos de la Simulación**

Grupo: prueba

Altura: 0 m

Puntos resolución: 10000

Frecuencia Mínima: 2000.0000  $\text{cm}^{-1}$

Frecuencia Máxima: 3500.0000  $\text{cm}^{-1}$

**Postprocesados para agregar**

☐ Transmitancia

☐ Radiancia

☐ Suavizado

Agregar Postprocesado

**Postprocesados agregados**

Borrar Postprocesado

Orden ↓

**Celdas**

Agregar Celda Borrar Celda(s) Seleccionada(s) Marcar todas las celdas Desmarcar todas las celdas

Enviar

Figura 59. Creación de una nueva simulación

En esta interfaz se muestra todo lo necesario para crear una simulación y enviarla a CASIMIR Clúster.

Se divide en dos partes, la parte de la creación de los datos comunes para la simulación [4] y la parte de las celdas que contendrá la misma [5].

En la primera parte, el usuario podrá rellenar los datos de puntos de resolución, frecuencia mínima y frecuencia máxima [6], así como agregar los postprocesados [7] que se le aplicarán a la simulación, mediante el botón “Agregar Postprocesado”. Se pueden agregar tantos postprocesados como el usuario desee. Una vez agregado, se mostrará en las lista de “Postprocesados”, pudiendo reordenar esa lista

como se desee, arrastrando y soltando dicho postprocesado donde se desee. También se puede borrar uno de los postprocesados de la lista, marcándolo en la casilla correspondiente al que se quiera eliminar y pulsando el botón “Borrar Postprocesado”.



Figura 60. Creación de una nueva simulación: adición de un postprocesado

En la segunda parte, el usuario podrá añadir nuevas celdas a la simulación [8], mediante el botón “Agregar Celda”. Podrá ver también la lista de celdas que se han añadido. Éstas aparecerán a continuación de la imagen del ojo, que representa dónde estaría el observador o sensor, y se podrá ver una celda a continuación de otra. Estas celdas tendrán un número para poder ser identificadas y también aparecerá su temperatura, para poder distinguir una de otra. Las celdas podrán ser reordenadas, como la lista de postprocesados, arrastrando y soltando la celda hasta donde el usuario desee. También, se podrá quitar una o más celdas de lista, señalando la casilla correspondiente de la celda o de las celdas que se quiera borrar. Si se quisiera quitar todas las celdas, se presionaría sobre el botón “Marcar todos”, y en caso de que se quiera cancelar la marcación de las celdas seleccionadas, se presionaría sobre el botón “Desmarcar todos” [9].

Figura 61. Creación de una nueva simulación: adición de una celda

Si el usuario pulsa sobre la opción “Agregar celda”, se mostrará una nueva pantalla donde podrá rellenar los datos correspondientes a la celda.

Figura 62. Creación de una nueva celda

En esta interfaz, rellena los datos comunes de la celda, como son la temperatura, longitud y presión total [10].



También se seleccionan las moléculas que contendrá la celda, marcando las que se desee añadir [11].

Una vez hecho esto, al presionar sobre el botón “Siguiente” [12], se mostrará la interfaz de configuración de los parámetros de cada molécula seleccionada. Si el usuario desea cancelar la creación de la celda, presionaría sobre el botón “Volver” [13], para volver a la pantalla de creación de la simulación.

Figura 63. Configuración de los parámetros de las moléculas seleccionadas

Por cada molécula seleccionada, se mostrará la interfaz de configuración de los parámetros de la molécula correspondiente. En esta pantalla, se podrá rellenar los datos de concentración y presión total de la molécula [14]. En caso de que la molécula seleccionada sea “H2O”, aparecerá un tercer parámetro que se podrá configurar, que es la humedad relativa. Todos estos campos tienen unos datos por defecto, que podrán ser modificados por el usuario. En caso de que se cambie la concentración, el sistema calculará automáticamente la presión total, y viceversa. En caso de que la molécula sea “H2O”, también se calculará la humedad relativa automáticamente. Debajo de este apartado, se mostrará una lista de isótopos correspondientes a esa molécula [15]. Se seleccionarán los que el usuario considere oportuno, apareciendo marcados todos por defecto. Si se pulsa sobre el botón “Marcar todos”, se seleccionarán todos, y si se pulsa sobre el botón “Desmarcar todos”, no se seleccionará ningún isótopo.

En esta pantalla, se mostrará en la parte superior una lista de las moléculas seleccionadas [16], recuadrando la que en ese momento se esté configurando. Para avanzar a la configuración de la siguiente molécula de la lista, se pulsará sobre el botón “Siguiente”. Para volver a la molécula inmediatamente anterior de la lista se pulsará sobre el botón “Volver”. En caso de que la interfaz que se está viendo corresponda a la de la primera molécula de la lista, si se presiona sobre el botón “Volver”, se volvería a mostrar la interfaz de configuración de los datos comunes de la celda, donde podrá seleccionar otra nueva lista de moléculas a configurar. Si la interfaz que se está viendo corresponde a la última molécula de las seleccionadas en la lista, no aparecerá el botón “Siguiente”, y en su lugar se mostrará el botón “Guardar” [17]. Una vez que el usuario pulsa dicho botón, se guardan todos los datos correspondientes a esa celda, y se mostrará de nuevo la interfaz de creación de la simulación, con la celda añadida en la lista de celdas [18].

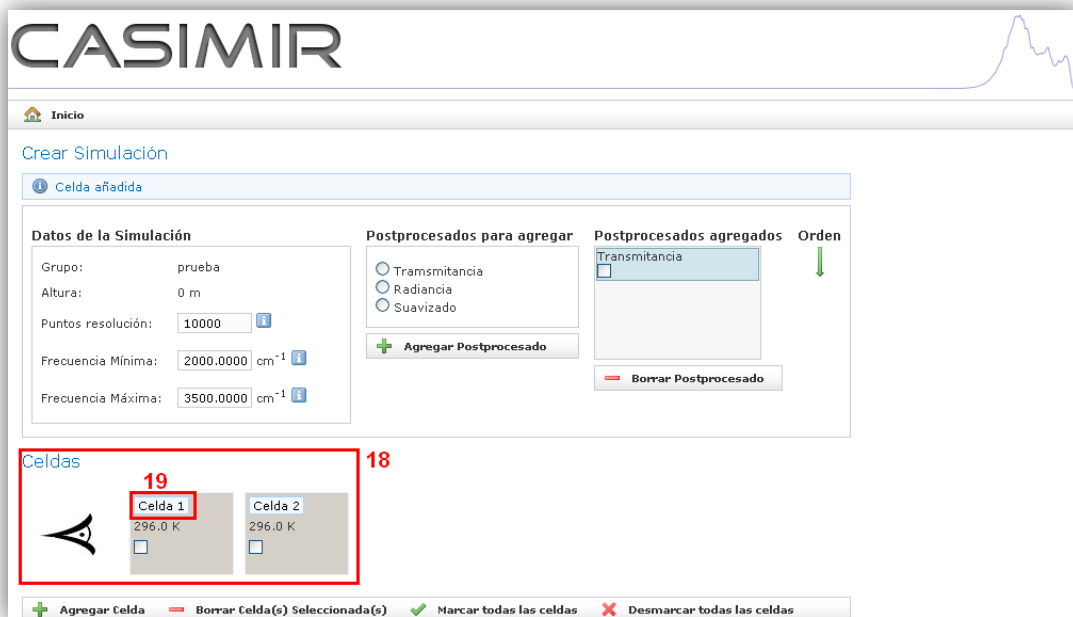


Figura 64. Simulación con celdas añadidas

Si se quisiera modificar alguno de los datos de la celda, se podrá pulsar en la celda correspondiente, sobre el botón “Celda X”, donde X representa el número de celda que se quiere modificar, y se mostrarían las interfaces descritas anteriormente, pero con los datos correspondientes a esa celda [19].

Una vez creada la simulación, con las celdas y los postprocesados añadidos, se procederá a enviar la simulación. Para ello, se presiona sobre el botón “Enviar” [20], y si todo va bien, se mostrará un mensaje indicando que la simulación ha sido enviada [21]. En caso contrario, se mostrará un mensaje indicando que no se pudo enviar la simulación [22].

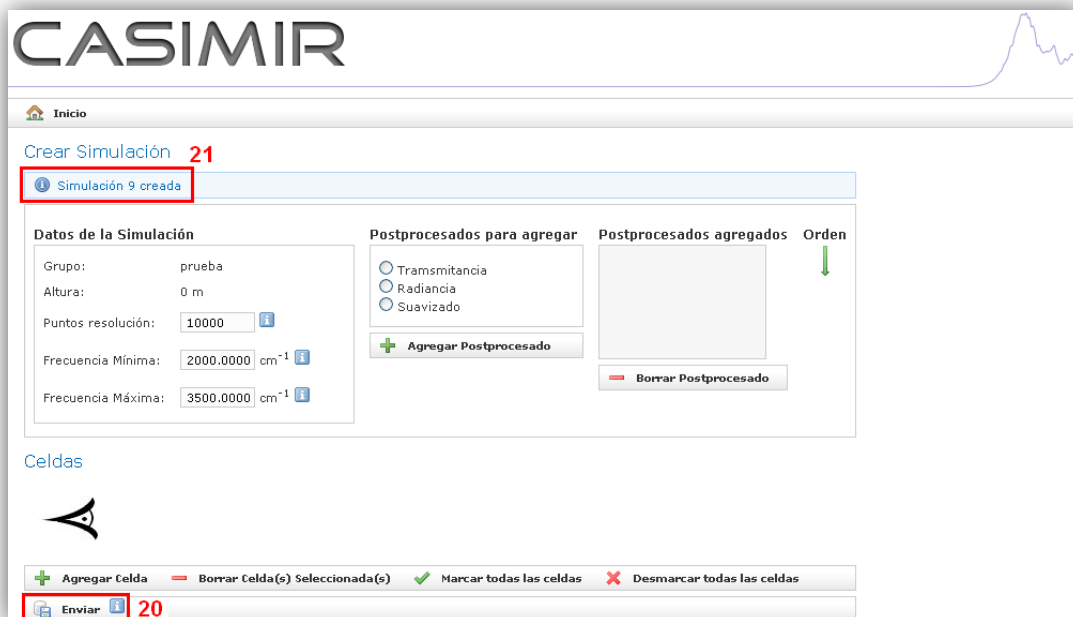


Figura 65. Simulación creada y enviada correctamente

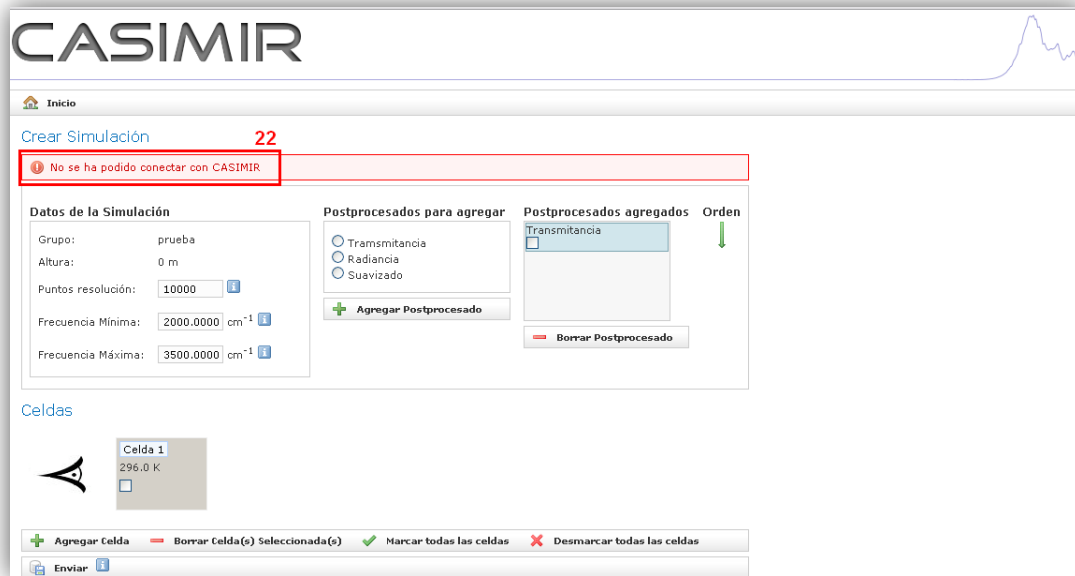


Figura 66. Simulación que no se ha podido crear por error en conexión con Casimir Clúster

Si la simulación ha sido enviada correctamente a CASIMIR Clúster, se podrá crear una nueva simulación perteneciente al mismo grupo.

Si ya se han creado todas las simulaciones de dicho grupo, se podrá ver el progreso de las mismas, en “tiempo real” (es decir, cada pocos segundos se actualiza el estado de las simulaciones), desde la pantalla principal, donde se muestran todas las simulaciones enviadas por el usuario [23].



Figura 67. Pantalla principal con una simulación activa

Cuando cualquiera de las simulaciones tenga como progreso 100% (es decir, esté disponible para consultar sus resultados), se activará la casilla “Id” [24] que enlazará a la vista de resultados de esa simulación. En esa vista, se podrán observar los resultados de la simulación, de manera gráfica y de manera numérica. Los resultados en formato numérico aparecerán ocultos y podrán ser consultados mediante el botón “Mostrar resultados” [25]. Tanto la gráfica como los datos numéricos podrán ser descargados en un fichero, pulsando sobre el botón “Descargar gráfica de Resultados” [26] o “Descargar fichero de Resultados” [27], respectivamente. Al pulsar sobre estos botones, se descargarán los ficheros que por defecto tienen el nombre “resultados.prn” y “graficaResultados.png”, que el usuario podrá cambiar y guardar donde desee.

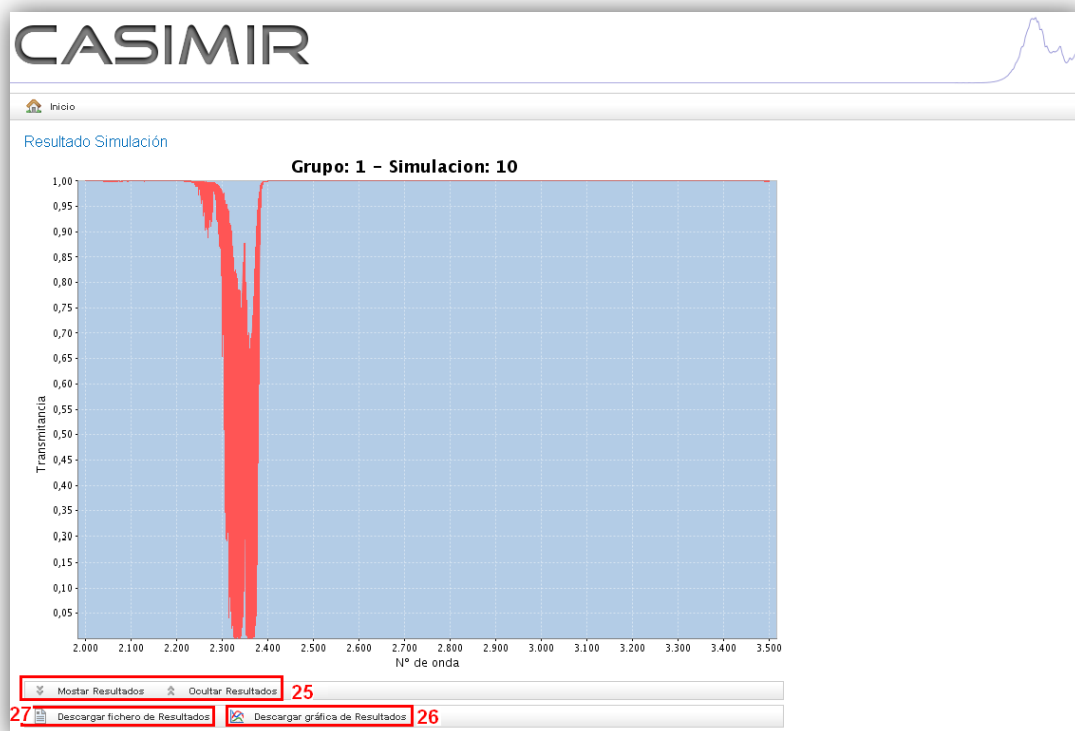


Figura 68. Pantalla de resultados de la simulación

#### 5.2.4. LISTADO DE GRUPOS Y SIMULACIONES

Tanto los resultados de la simulación como el progreso de las mismas, así como el progreso de los grupos de simulaciones, se pueden consultar a través de la opción “Ver simulaciones” de la pantalla principal.

Id	Nombre	Descripción	Progreso	Última Comprobación	Seleccionar
11	prueba		100%	2010-05-09 19:37:40.0	<input type="checkbox"/>

Figura 69. Listado de grupos de simulaciones



Figura 70. Listado de simulaciones

Al pulsar sobre esta opción, primero se mostrarán los grupos que ha creado el usuario, donde podrá consultar el nombre, la descripción, el progreso y la fecha de la última comprobación que se ha hecho del progreso del grupo [1].

Si se pulsa sobre el campo “Id” del grupo [2], accederemos a la vista de las simulaciones de ese grupo, donde se podrá consultar el “Casimir Id”, grupo al que pertenece y el progreso de la simulación [3].

Tanto en la vista del listado de grupos, como en la vista del listado de simulaciones se podrán borrar los grupos o simulaciones, respectivamente. Para ello se seleccionará el elemento a borrar y se pulsará sobre el botón “Borrar seleccionados” [4]. En caso de que queramos seleccionar todos se pulsará sobre “Marcar todos” y si se quiere deseleccionar todos los elementos se pulsará sobre “Desmarcar todos” [5].

#### 5.2.5. CAMBIAR DATOS PERSONALES

Desde la pantalla principal, el usuario podrá cambiar sus datos personales. Estos datos son el nombre, la clave y el correo electrónico [1]. Una vez introducidos los datos se pulsa el botón “Guardar” [2].

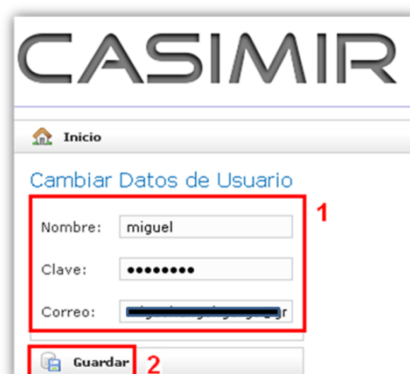


Figura 71. Pantalla de cambio de datos de usuario

#### 5.2.6. MENÚ DE ADMINISTRADOR

Los usuarios que posean el rol de administrador, verán un menú más en la pantalla principal, debajo del “Menú de acciones”, llamado “Menú de Administrador” (Como puede verse en la Figura 56).

Podrán seleccionar la opción “Administrar usuarios”, donde al abrirla verán un listado con todos los usuarios dados de alta en el sistema. Presionando en la casilla “Id” [1] de un usuario, podrán ver los datos en concreto de ese usuario, y podrán modificar alguno de sus datos, mediante el botón “Editar”, o borrarlo del sistema mediante el botón “Borrar”.



Figura 72. Pantalla de administración de usuarios

Desde la pantalla del listado de usuarios también se podrá administrar los roles de usuario, mediante el enlace “Administrar roles”. Al acceder a esta opción podremos ver el listado de roles, y al igual que en la vista de listado de usuarios, accediendo a uno de los roles mediante la casilla “Id” [2], se podrán ver los datos, modificarlos o borrar ese rol.



Figura 73. Pantalla de administración de roles

El administrador, desde la pantalla principal, también podrá seleccionar la opción “Ver todas las simulaciones”. Al acceder a esta opción se mostrará una vista con todos los grupos de simulaciones de todos los usuarios del sistema. Esta vista será idéntica a la del listado de grupos de un usuario, pero con todos los grupos existentes en el sistema y un campo extra, llamado “Usuario” [3] para saber a qué usuario pertenece el grupo. Al igual que en esa vista, se podrá acceder a las simulaciones del grupo pulsando sobre la casilla “Id” del grupo que se quiera consultar. Se verán todas las simulaciones correspondientes.

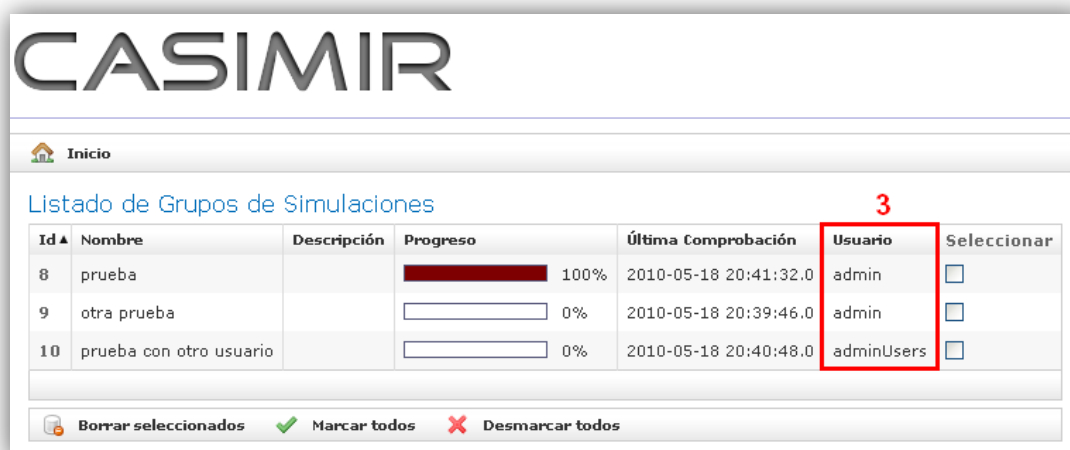


Figura 74. Pantalla de administración de simulaciones

Desde estas dos vistas se podrán borrar los grupos o las simulaciones de cualquier usuario.

### 5.2.7. MENÚ DE AYUDA

Cualquier usuario podrá consultar la ayuda para saber cómo manejar la aplicación desde la pantalla principal, pulsando sobre el botón “Ayuda”.

Esta ayuda se divide en tres apartados:

- Página principal: Se podrá ver una breve explicación de la pantalla principal y el listado de simulaciones que aparece en ella.
- Crear simulación: Se mostrará una breve explicación de cómo crear un grupo y sus simulaciones asociadas.
- Ver simulaciones: Se mostrará una breve explicación de los listados de grupos y de simulaciones pertenecientes a un usuario.

## 5.3. PRUEBAS

En esta sección se describirán las pruebas que se han llevado a cabo para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación. Las pruebas que se han realizado han consistido en enviar trece simulaciones, con postprocesados de transmitancia, radiancia y suavizado, comparándolos con los resultados obtenidos con Casimir Clúster. En teoría, los resultados deberían ser idénticos, ya que CasimirWeb utiliza Casimir Clúster para obtener los resultados de las simulaciones, así pues, estas pruebas nos mostrarán si la comunicación entre CasimirWeb y Casimir Clúster se hace correctamente.

Los equipos que se han utilizado para realizar las pruebas son los siguientes:

- Equipo cliente:
  - Navegador Web: Mozilla Firefox 3.6.3 e Internet Explorer 7.0
  - Sistema Operativo: Windows XP

- CPU: AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 3800 +
- RAM: 2 GB
- Red: Banda ancha por Cable a 6 Mbps de bajada y 300 Kbps de subida.
- Equipo servidor:
  - Servidor Web: Tomcat 5.5
  - Sistema Operativo: Debian 5
  - CPU: Intel Xeon Dual Core 3.2 GHz HT
  - RAM: 2 GB

Los datos de las simulaciones de pruebas se describirán mediante la siguiente tabla:

Tipo de prueba - Número de prueba	
Nº onda inicial	
Nº onda final	
Nº puntos de cálculo	
Suavizado	
Tipo de fichero	
Celda "Número de celda": Molécula	
Temperatura (K)	
Presión total (atm)	
Longitud camino (m)	
Isótopos	
Concentración (ppmV)	
Presión parcial (atm)	

Tabla 8. Tabla de especificación de las pruebas

Se han realizado once pruebas de tipo "Transmitancia" (que incluyen tres de tipo "Suavizado") y dos de tipo "Radiancia". A continuación se muestran los resultados de las pruebas.

### 5.3.1. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 1

Esta primera prueba corresponde a una simulación de una línea, que contiene una celda con una molécula, H<sub>2</sub>O.

#### Datos de la simulación de transmitancia número 1:

Transmitancia – 1	
Nº onda inicial	2080
Nº onda final	2083
Nº puntos de cálculo	3000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 H2O	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	500



Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	7,75E+03
Presión parcial (atm)	7,75E-03

Gráfica comparativa:

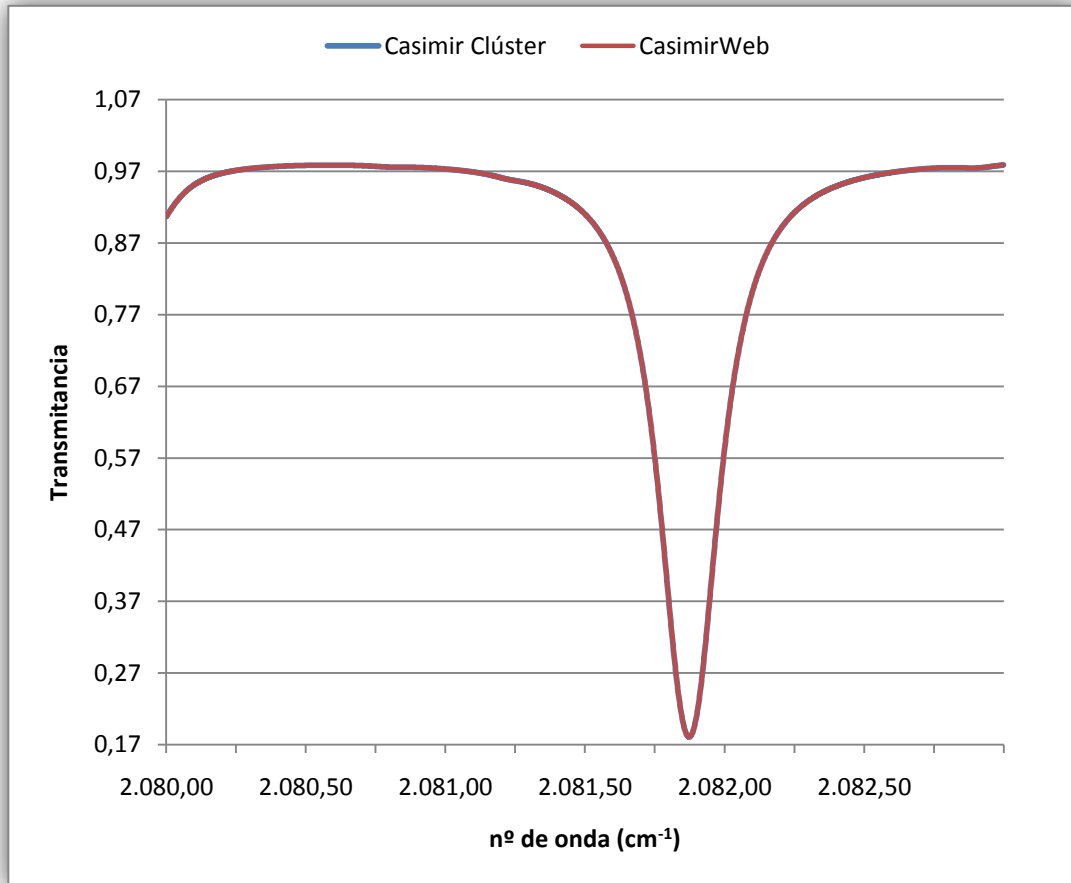


Figura 75. Gráfica de resultados de la prueba número uno de transmitancia

### 5.3.2. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 2

Esta segunda prueba corresponde a una simulación de una línea, que contiene una celda con una molécula, H<sub>2</sub>O, en donde se ha variado la temperatura respecto a la primera prueba.

Datos de la simulación de transmitancia número 2:

Transmitancia -21	
Nº onda inicial	2080
Nº onda final	2083
Nº puntos de cálculo	3000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 H2O	
Temperatura (K)	800

Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	500
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	7,75E+03
Presión parcial (atm)	7,75E-03

Gráfica comparativa:

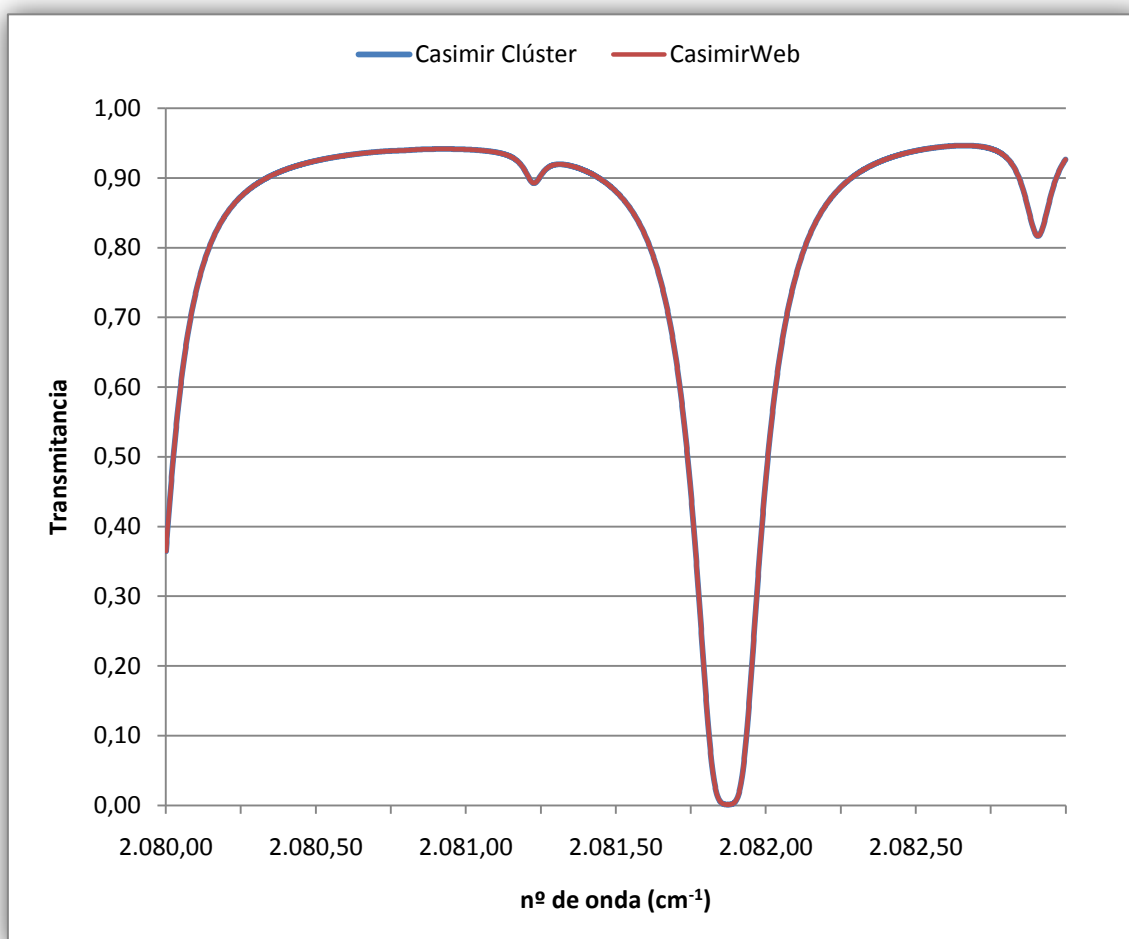


Figura 76. Gráfica de resultados de la prueba número dos de transmitancia

### 5.3.3. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 3

Esta tercera prueba corresponde a una simulación de una línea, que contiene una celda con una molécula, H<sub>2</sub>O, en donde se ha variado la longitud del camino óptico respecto a la primera prueba.

Datos de la simulación de transmitancia número 3:

Transmitancia – 3	
Nº onda inicial	2080
Nº onda final	2083
Nº puntos de cálculo	3000

<b>Suavizado</b>	NO
<b>Tipo de fichero</b>	Transmitancia
<b>Celda 1 H2O</b>	
<b>Temperatura (K)</b>	296
<b>Presión total (atm)</b>	1
<b>Longitud camino (m)</b>	50
<b>Isótopos</b>	TODOS
<b>Concentración (ppmV)</b>	7,75E+03
<b>Presión parcial (atm)</b>	7,75E-03

Gráfica comparativa:

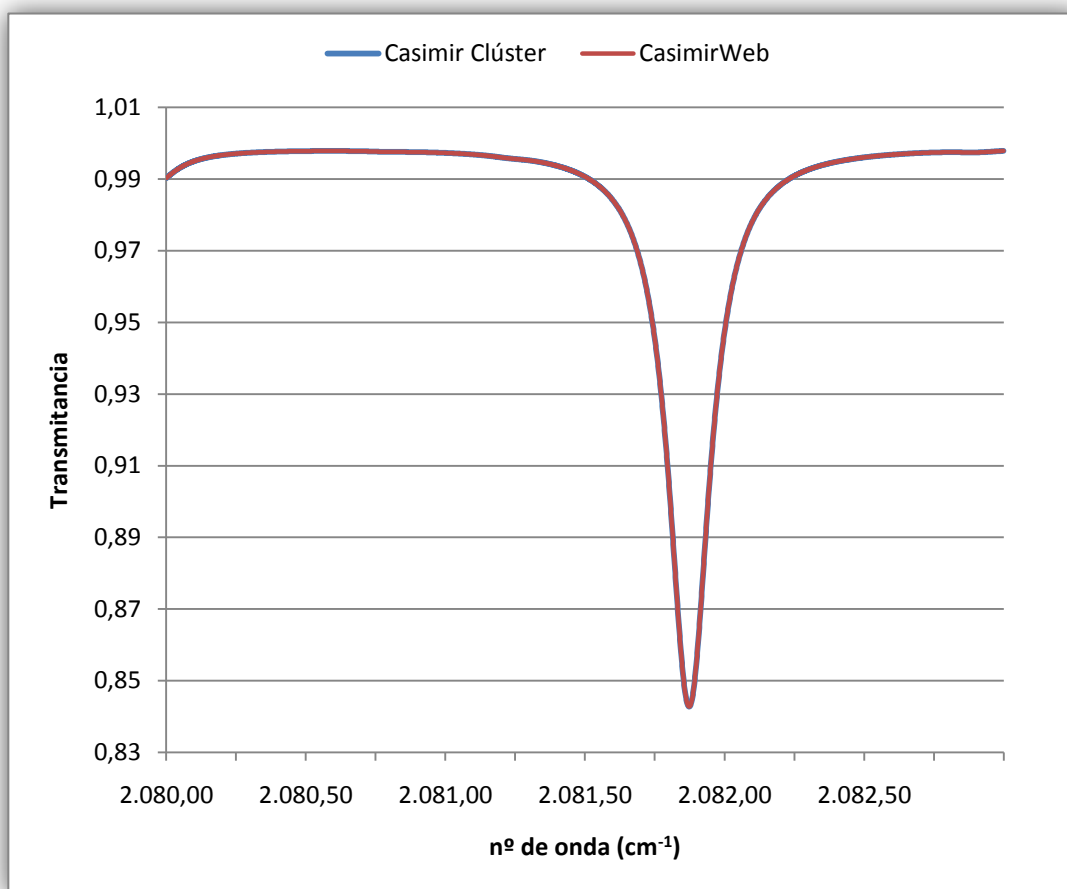


Figura 77. Gráfica de resultados de la prueba número tres de transmitancia

#### 5.3.4. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 4

Esta cuarta prueba corresponde a una simulación de una línea, que contiene una celda con una molécula, H<sub>2</sub>O, en donde se ha variado la concentración, y por consiguiente la presión parcial también, respecto a la primera prueba.

**Datos de la simulación de transmitancia número 4:**

Transmitancia - 4	
Nº onda inicial	2080
Nº onda final	2083
Nº puntos de cálculo	3000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 H2O	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	500
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	7,75E+02
Presión parcial (atm)	7,75E-04

Gráfica comparativa:

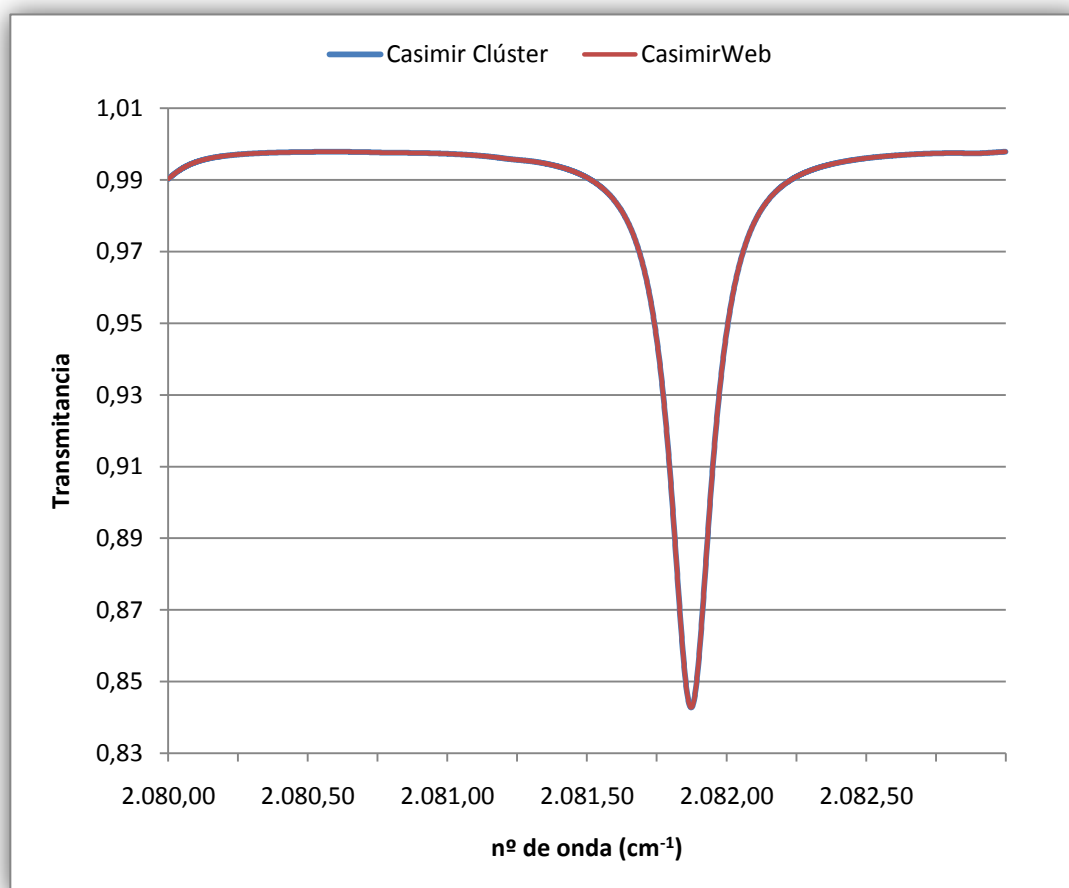


Figura 78. Gráfica de resultados de la prueba número cuatro de transmitancia

### 5.3.5. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 5

Esta quinta prueba corresponde a una simulación de una banda, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>.

**Datos de la simulación de transmitancia número 5:**

Transmitancia - 5	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	1
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01
Presión parcial (atm)	1,00E-05

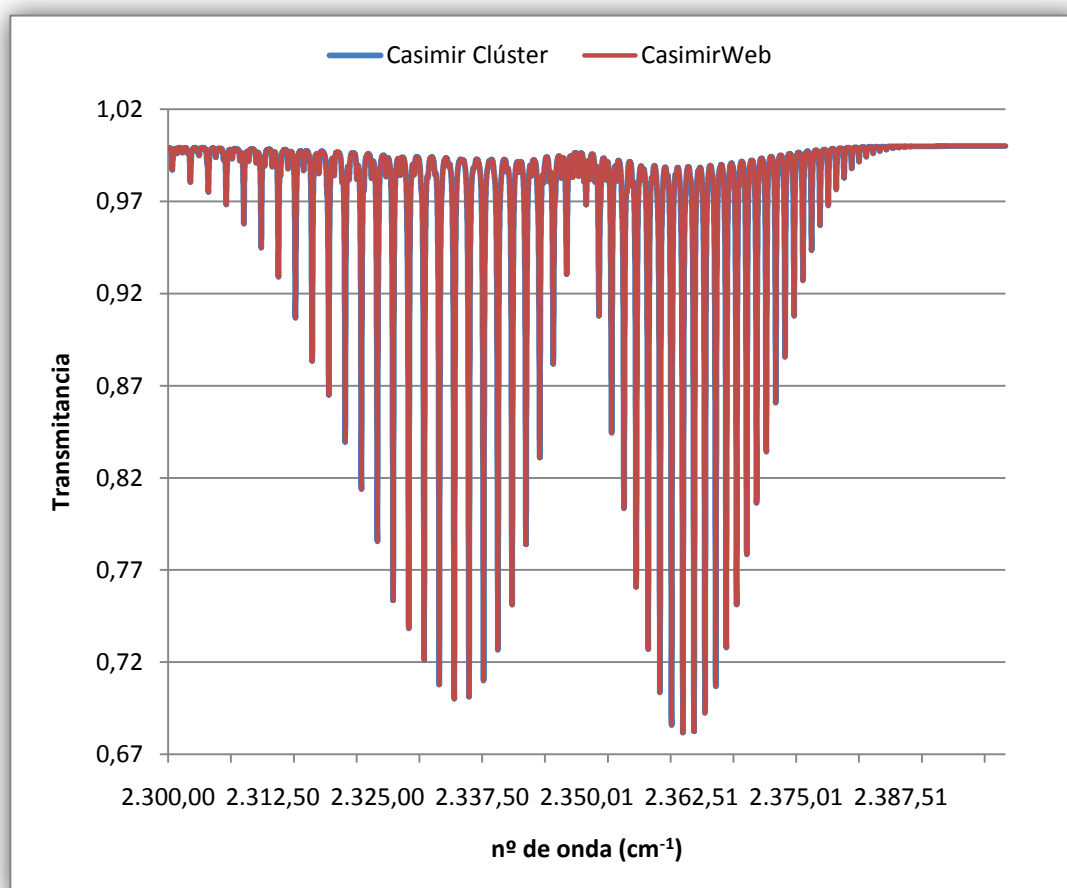
**Gráfica comparativa:**

Figura 79. Gráfica de resultados de la prueba número cinco de transmitancia

### 5.3.6. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 6

Esta sexta prueba corresponde a una simulación de una banda, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>, en donde se ha variado la temperatura respecto a la quinta prueba.

**Datos de la simulación de transmitancia número 6:**

Transmitancia - 6	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	800
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	1
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01
Presión parcial (atm)	1,00E-05

**Gráfica comparativa:**

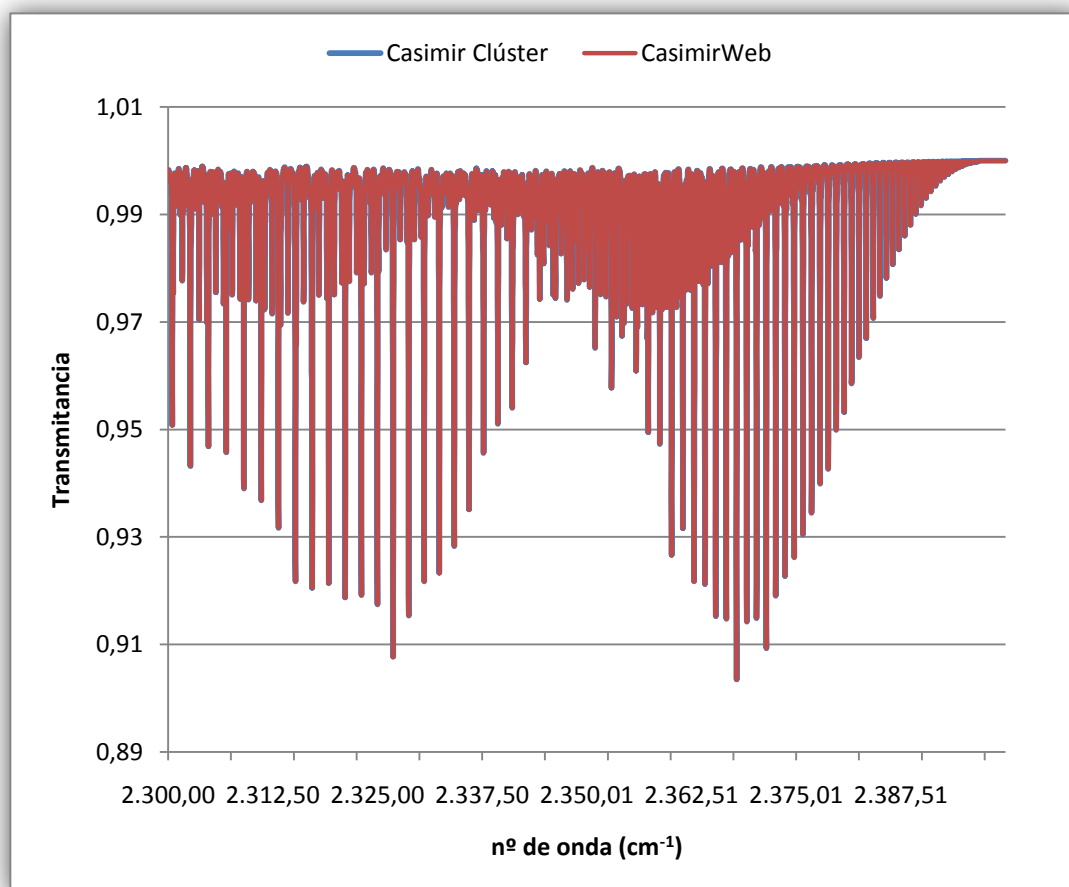


Figura 80. Gráfica de resultados de la prueba número seis de transmitancia

### 5.3.7. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 7

Esta séptima prueba corresponde a una simulación de una banda, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>, en donde se ha variado la longitud del camino óptico respecto a la quinta prueba.

**Datos de la simulación de transmitancia número 7:**

Transmitancia - 7	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	10
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01
Presión parcial (atm)	1,00E-05

**Gráfica comparativa:**

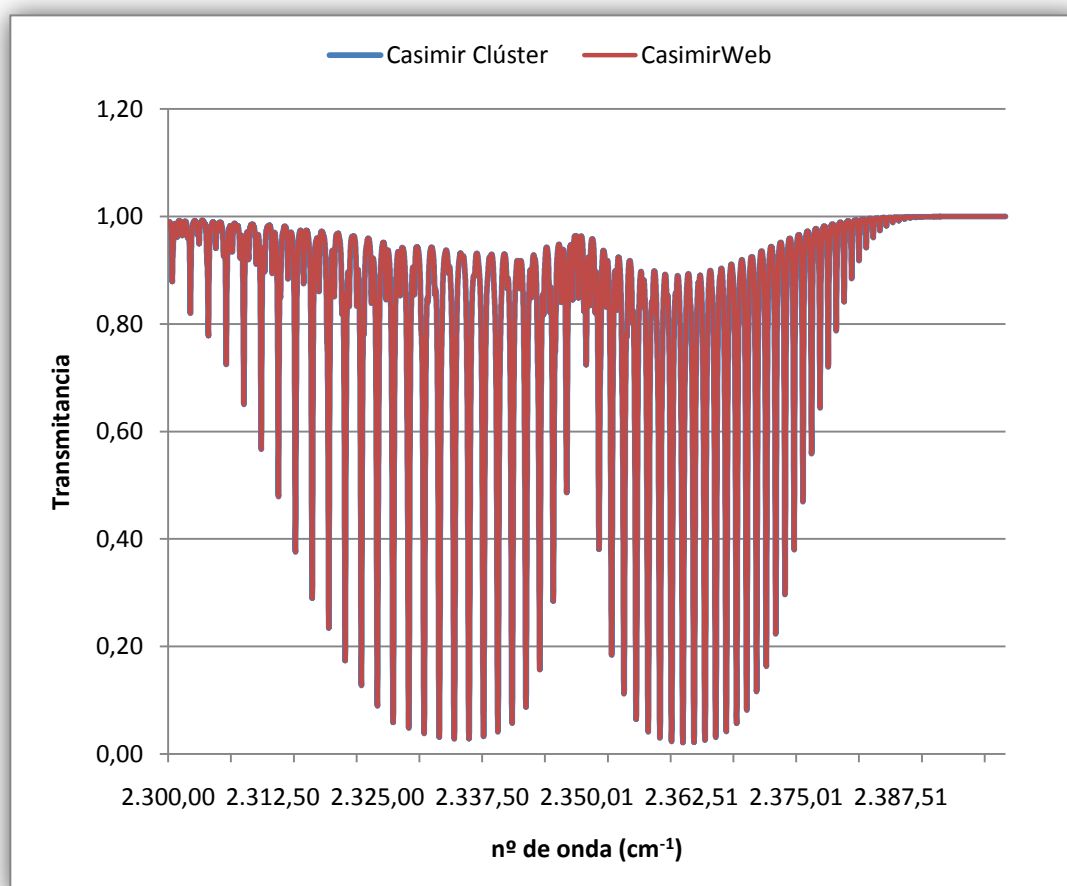


Figura 81. Gráfica de resultados de la prueba número siete de transmitancia

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	104

### 5.3.8. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 8

Esta octava prueba corresponde a una simulación de una banda, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>, en donde se ha variado la concentración, y por consiguiente la presión parcial, respecto a la quinta prueba.

**Datos de la simulación de transmitancia número 8:**

Transmitancia - 8	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	1
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+03
Presión parcial (atm)	1,00E-03

**Gráfica comparativa:**



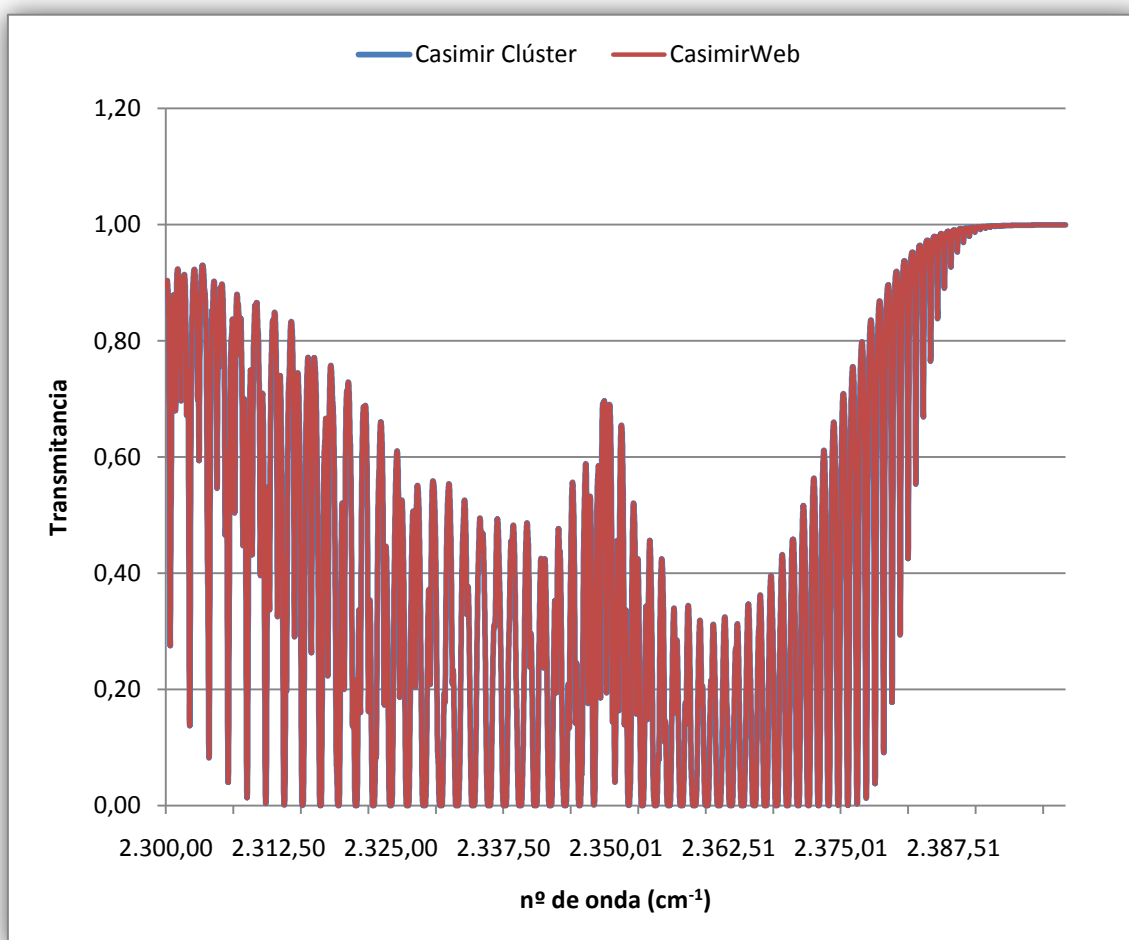


Figura 82. Gráfica de resultados de la prueba número ocho de transmitancia

### 5.3.9. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 9

Esta novena prueba corresponde a una simulación de suavizado, de la séptima prueba, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>.

**Datos de la simulación de transmitancia número 9:**

Transmitancia - 9	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	TRIANGLE (4cm-1)
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	10
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01

Presión parcial (atm)	1,00E-05
-----------------------	----------

Gráfica comparativa:

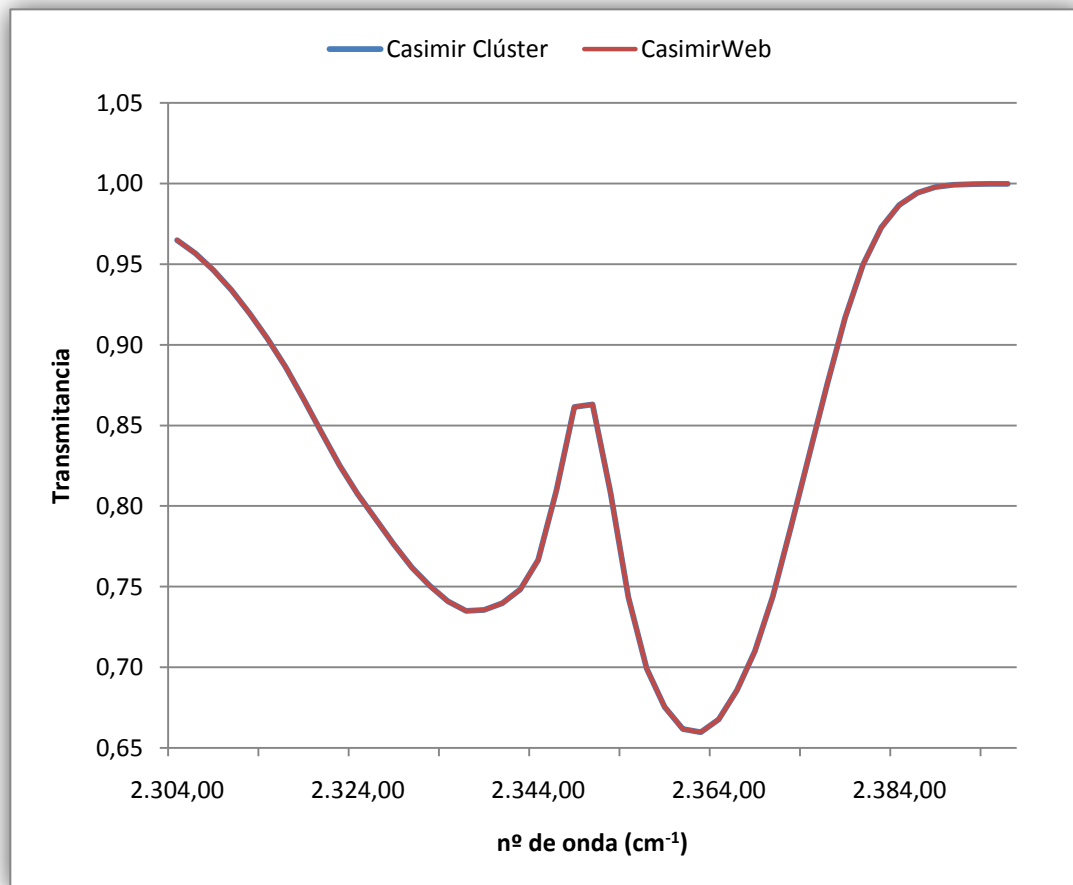


Figura 83. Gráfica de resultados de la prueba número nueve de transmitancia

#### 5.3.10. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 10

Esta décima prueba corresponde a una simulación de suavizado, de la séptima prueba, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>, en donde se ha variado el suavizado respecto a la novena prueba.

Datos de la simulación de transmitancia número 10:

Transmitancia - 10	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	TRIANGLE (2cm-1)
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	10

Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01
Presión parcial (atm)	1,00E-05

Gráfica comparativa:

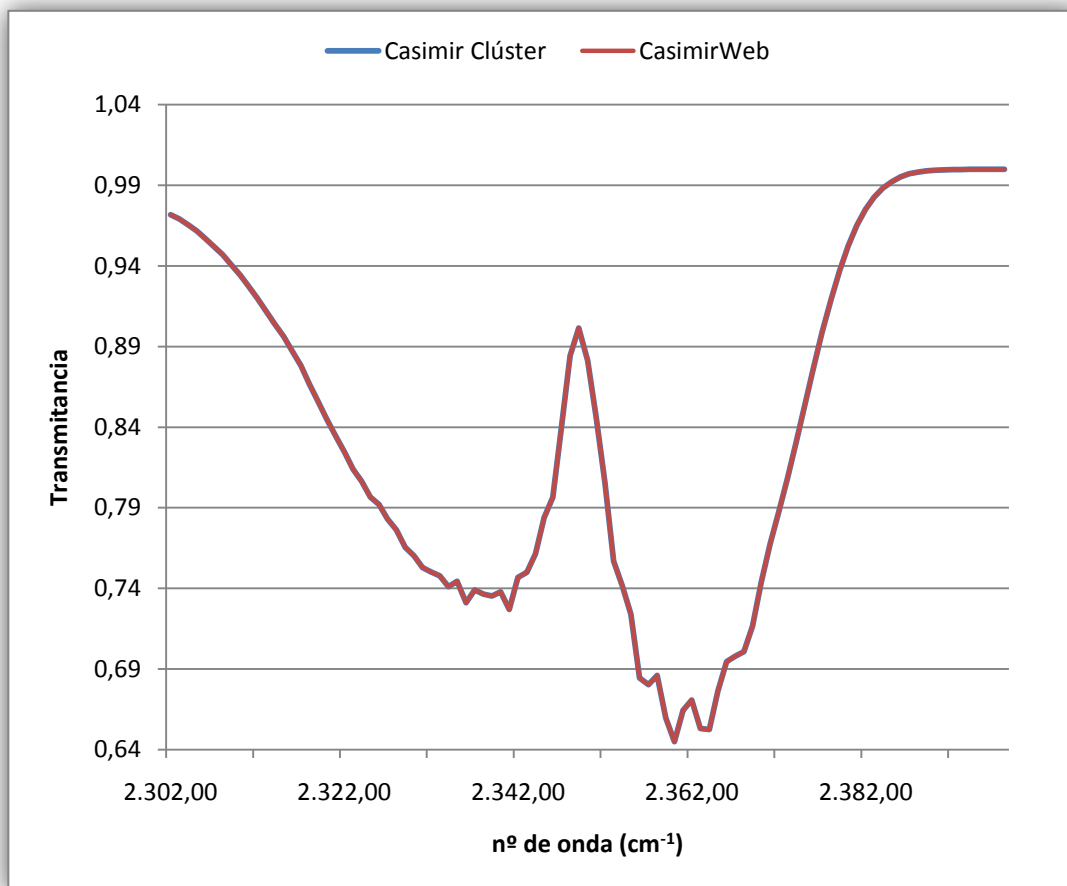


Figura 84. Gráfica de resultados de la prueba número diez de transmitancia

#### 5.3.11. PRUEBA TRANSMITANCIA NÚMERO 11

Esta undécima prueba corresponde a una simulación de suavizado, de la séptima prueba, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>, en donde se ha variado el suavizado con respecto a la novena prueba.

Datos de la simulación de transmitancia número 11:

Transmitancia - 11	
Nº onda inicial	2300
Nº onda final	2400
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	TRIANGLE (0.5cm-1)
Tipo de fichero	Transmitancia
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	296

Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	10
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+01
Presión parcial (atm)	1,00E-05

Gráfica comparativa:

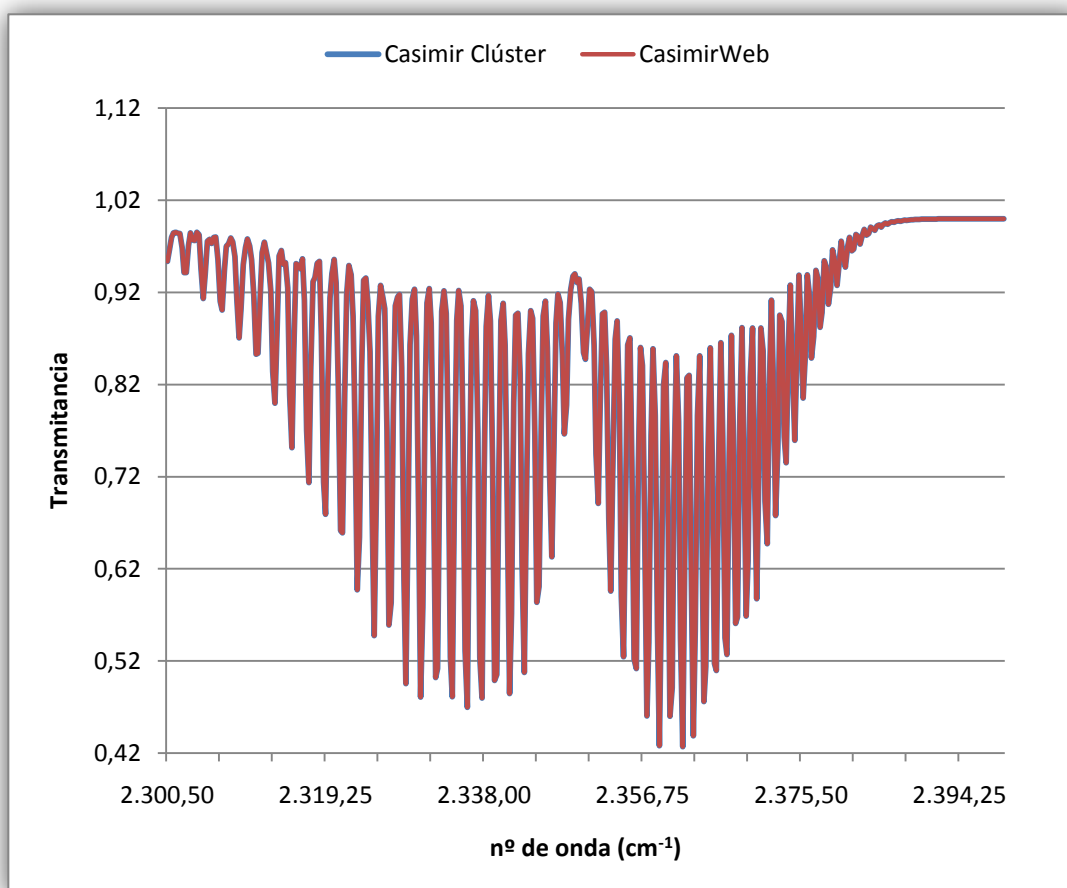


Figura 85. Gráfica de resultados de la prueba número once de transmitancia

### 5.3.12. PRUEBA RADIANCIA NÚMERO 1

Esta primera prueba de radiancia corresponde a una simulación de radiancia, que contiene una celda con una molécula, CO<sub>2</sub>.

Datos de la simulación de radiancia número 1:

Radiancia - 1	
Nº onda inicial	2000
Nº onda final	3500
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO

Tipo de fichero	Radiancia
<b>Celda 1 H2O</b>	
Temperatura (K)	850
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,4
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	4,00E+04
Presión parcial (atm)	4,00E-02
<b>Celda 1 CO2</b>	
Temperatura (K)	850
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,4
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	2,50E+04
Presión parcial (atm)	2,50E-02

Gráfica comparativa:

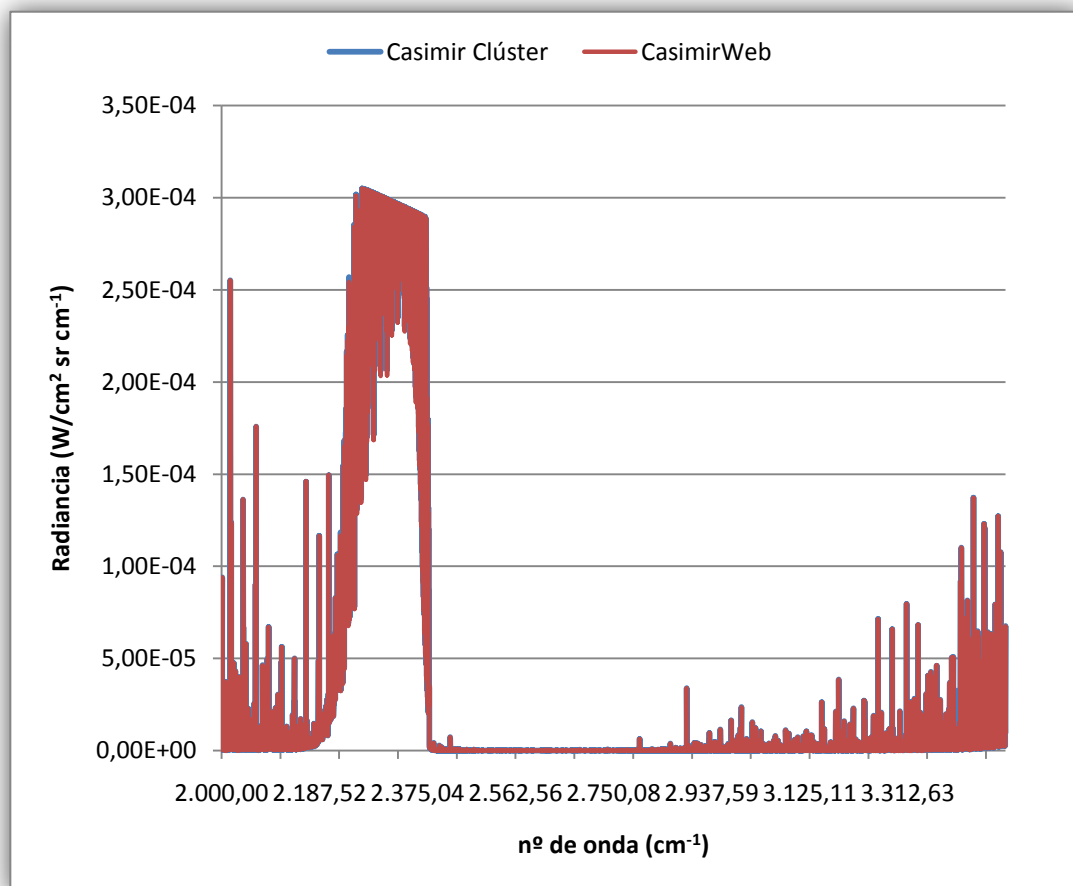


Figura 86. Gráfica de resultados de la prueba número uno de radiancia

### 5.3.13. PRUEBA RADIANCIA NÚMERO 2

Esta segunda prueba de radiancia corresponde a una simulación de radiancia, que contiene cinco celdas con dos moléculas cada una, H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>, variando en cada celda la temperatura y la concentración (también presión parcial) de las mismas.

#### Datos de la simulación de radiancia número 2:

Radiancia - 2	
Nº onda inicial	2000
Nº onda final	3500
Nº puntos de cálculo	10000
Suavizado	NO
Tipo de fichero	Radiancia
Celda 1 H2O	
Temperatura (K)	1200
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,2
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	4,00E+04
Presión parcial (atm)	4,00E-02
Celda 1 CO2	
Temperatura (K)	1200
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,2
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	2,50E+04
Presión parcial (atm)	2,50E-02
Celda 2 H2O	
Temperatura (K)	850
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,15
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	3,00E+04
Presión parcial (atm)	3,00E-02
Celda 2 CO2	
Temperatura (K)	850
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,15
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,80E+04
Presión parcial (atm)	1,80E-02
Celda 3 H2O	
Temperatura (K)	750
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,25
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,70E+04
Presión parcial (atm)	1,70E-02
Celda 3 CO2	
Temperatura (K)	750
Presión total (atm)	1

Longitud camino (m)	0,25
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	9,00E+04
Presión parcial (atm)	9,00E-02
Celda 4 H2O	
Temperatura (K)	600
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,1
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	9,00E+03
Presión parcial (atm)	9,00E-03
Celda 4 CO2	
Temperatura (K)	600
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,1
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	7,00E+03
Presión parcial (atm)	7,00E-03
Celda 5 H2O	
Temperatura (K)	500
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,4
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	2,00E+03
Presión parcial (atm)	2,00E-03
Celda 5 CO2	
Temperatura (K)	500
Presión total (atm)	1
Longitud camino (m)	0,4
Isótopos	TODOS
Concentración (ppmV)	1,00E+03
Presión parcial (atm)	1,00E-03

Gráfica comparativa:

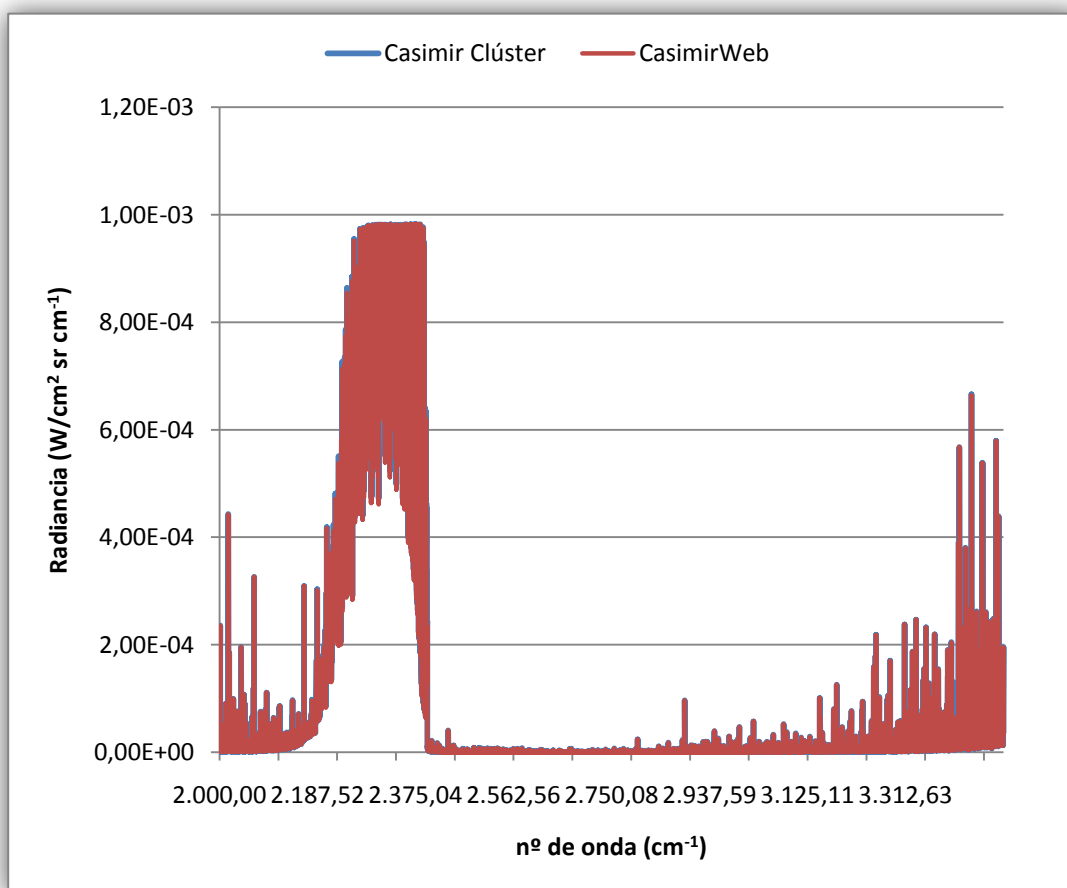


Figura 87. . Gráfica de resultados de la prueba número dos de radiancia

#### 5.3.14. CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS

Como se ha podido comprobar con las distintas pruebas hechas, los resultados prácticos han sido los esperados en la teoría.

Se ha podido comprobar que los resultados son casi iguales, con un margen de error despreciable, que puede ser debido al número de decimales que manejan las distintas implementaciones (Casimir Clúster y CasimirWeb), pero que no afectan al resultado final.

Se han hecho pruebas para una línea (pruebas de transmitancia número uno, dos, tres y cuatro), para una banda (pruebas de transmitancia número cinco, seis, siete y ocho), cambiando en ambas pruebas distintos parámetros como la temperatura, longitud del camino óptico y presión parcial; suavizado a distintos valores y, por último, pruebas de radiancia, con una caja y con cinco cajas. De esta manera, se han cubierto los casos de simulaciones más importantes que pueden hacer los usuarios, por lo que se puede concluir que el resultado de las pruebas ha sido satisfactorio.



## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

### 6.1. PLANIFICACIÓN

En este apartado se muestra el tiempo empleado para el desarrollo del proyecto. Dicha planificación se ha realizado mediante la herramienta Microsoft Project 2007, y se detalla el tiempo empleado para cada fase del proyecto.

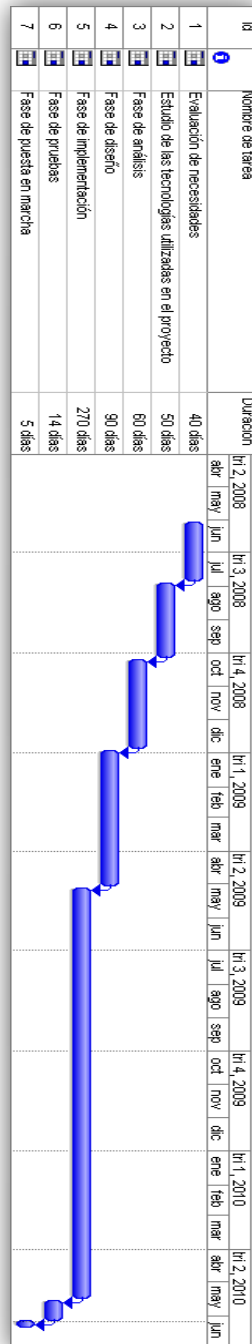


Figura 88. Diagrama Gantt del proyecto

La siguiente tabla muestra las horas empleadas y en el desarrollo de cada una de las fases:

Fase	Días	Horas diarias	Horas totales
Evaluación de necesidades	40 días	4	<b>160</b>
Estudio de las tecnologías utilizadas en el proyecto	50 días	4	<b>200</b>
Fase de análisis	60 días	4	<b>240</b>
Fase de diseño	90 días	4	<b>360</b>
Fase de implementación	270 días	4	<b>1.080</b>
Fase de pruebas	14 días	4	<b>56</b>
Fase de puesta en marcha	5 días	4	<b>20</b>
<b>TOTAL</b>	<b>529 días</b>		<b>2.116</b>

## 6.2. PRESUPUESTO

En este apartado se muestran los costes del proyecto. Se detallarán las herramientas software utilizadas, servicios, herramientas hardware, etc. exponiendo tanto su coste económico como su funcionalidad en este proyecto.

### RECURSOS MATERIALES UTILIZADOS

#### Herramientas software

- Distribución de Linux Ubuntu 8.10. Sistema operativo utilizado en la máquina donde se desarrolló el proyecto. Coste: 0 €.
- Grails 1.1.1. Herramienta para desarrollar aplicaciones Web en lenguaje Groovy/Java. Coste: 0 €.
- Eclipse Ganymede (v.3.4). Herramienta utilizada para escribir el código fuente de los controladores, vistas y clases de dominio. Coste: 0€.
- Microsoft Office 2007. Paquete con las siguientes aplicaciones: Microsoft Word, Microsoft Access, Microsoft FrontPage, Microsoft Excel y Microsoft PowerPoint. Coste: 129,99 €.
- Microsoft Project 2007. Herramienta utilizada para realizar la estimación de costes y tiempo de cada fase del proyecto. Coste: 799 €.
- Adobe Acrobat Reader 7 Profesional. Herramienta utilizada para visualizar y editar los manuales en formato específico para este programa utilizados en el desarrollo del proyecto.. Coste: 0 €.
- Adobe Acrobat Writer 5. Herramienta utilizada para crear un fichero con el formato adecuado para poder ser visualizado por la aplicación Adobe Acrobat Reader. Coste: 160 €.

#### Herramientas hardware

Ordenador personal con las siguientes características:

- Microprocesador AMD Athlon X2 Dual Core Processor 3800+ Mhz

- 2 Gb de memoria RAM
- Disco duro de 80 Gb
- Tarjeta gráfica ATI Radeon X1600
- Unidad grabadora de DVD's 18x
- Monitor LG 17"
- Router WebStar EPR2320R2
- Impresora multifunción HP PSC 2350

Precio: 950 €

- Clúster de 4 ordenadores con las siguientes características:
  - Microprocesadores: Intel Xeon Dual Core 3.2 GHz HT
  - Disco duro SATA a 7.200 rpm
  - Memoria RAM: 2 GB

Precio de cada ordenador: 2.000 €

Total Hardware: 950 € + (2.000 € x 4 ordenadores) = 8.950 €

Recursos	Total
Herramientas Software	1.088,99 €
Herramientas Hardware	8.950 €
<b>Total</b>	<b>10.038,99 €</b>

Tabla 9.Costo total de herramientas hardware y software

## SALARIOS POR CATEGORÍA

En la elaboración del proyecto se requiere personal informático cualificado, el cual deberá adoptar determinados roles distintos que se adapten a cada una de las actividades que forman el proyecto. La siguiente tabla muestra el coste de cada rol utilizado en la elaboración del proyecto.

Cargo	Sueldo Neto	Sueldo Bruto	Coste/Hora
Analista	1.552 €/mes	28.000 €/año	<b>25 €</b>
Responsable de Documentación	1.241,6 €/mes	22.400 €/año	<b>20 €</b>
Programador	1.241,6 €/mes	22.400 €/año	<b>20 €</b>
Responsable de Pruebas	1.241,6 €/mes	22.400 €/año	<b>20 €</b>

Tabla 10. Salarios por categoría

- Coste/ Hora indica el sueldo bruto en una hora de trabajo.
- Sueldo Bruto indica el sueldo bruto anual, con 14 pagas mensuales.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	116

- Sueldo Neto indica el sueldo neto mensual. Descontamos el I.R.P.F (20%) y Seguridad Social (2.4 %)
- Para obtener los sueldos se han consultado fuentes de páginas Web de ofertas de empleo (Infojobs, Tecnoempleo) y se ha consultado con distintos compañeros trabajando en empresas para contrastar la información.

Tenemos en cuenta que:

- La jornada laboral es de 4 horas diarias.
- Son 20 los días laborales al mes.

## GASTOS DE PERSONAL IMPUTABLES AL PROYECTO

Este proyecto ha sido realizado por un informático, el cual adoptó roles distintos para desarrollar cada unas de las actividades que forman el proyecto. La siguiente tabla muestra el coste total de cada rol.

Cargo	Horas (horas)	Coste/Hora (€)	Total
Analista	600 h.	25	<b>15.000 €</b>
Responsable de Documentación	360 h.	20	<b>7.200 €</b>
Programador	1.440 h.	20	<b>28.800 €</b>
Responsable de Pruebas	56 h.	20	<b>1.120 €</b>
<b>Total</b>			<b>52.120 €</b>

Tabla 11. Gastos de personal imputables al proyecto

## GASTOS INDIRECTOS

La siguiente tabla muestra gastos indirectos que repercutieron en los costes totales para el desarrollo del proyecto.

Descripción	Coste
Productos de limpieza	Incluido en los costes indirectos
Electricidad	Incluido en los costes indirectos
Agua	Incluido en los costes indirectos
Alquiler del local	Incluido en los costes indirectos
Amortización inmobiliario	Incluido en los costes indirectos
Gastos de comunidad	Incluido en los costes indirectos
Costes de estructura	Incluido en los costes indirectos
<b>Costes indirectos (20%)</b>	<b>52.120 € * 0.20 = 10.424 €</b>

Tabla 12. Gastos indirectos

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En este apartado se muestra una tabla con los gastos totales del proyecto y la suma de los mismos.

Recurso	Coste
Recursos materiales	<b>10.038,99 €</b>
Personal del proyecto	<b>52.120 €</b>
Gastos indirectos	<b>10.424 €</b>

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	117

<b>TOTAL</b>	<b>72.582,99€</b>
--------------	-------------------

**Tabla 13. Resumen del presupuesto**

Al coste total calculado hay que añadir un margen de imprevistos del 10%: **7.258,3 €**

Coste total + margen de imprevistos: 72.582,99€ + 7.258,3 € = **79.841,3€**

Finalmente se calculan los beneficios a obtener con el proyecto, un 15% del coste total: **11.976,2€**

Coste total + margen de imprevistos + beneficios = 79.841,3 €+ 11.976,2€ = **91.817,5€**

El presupuesto total del proyecto realizado es de **91.817,5 €, I.V.A. incluido.**

### 6.3. CONCLUSIONES

Tras la realización del proyecto, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Para la realización del proyecto se han incluido referencias a fuentes solventes y reputadas en el ámbito del mismo, que están disponibles en la bibliografía.
- Se ha definido el problema y se ha ofrecido la base de conocimiento necesaria para su entendimiento en el estado de la cuestión.
- La solución realizada es una aportación original, no existiendo nada anteriormente igual.
- Se han utilizado la mayoría de las habilidades o conocimientos básicos que se han aprendido durante los estudios del alumno.
- El presupuesto es ajustado, contemplando los aspectos necesarios para realizar una estimación real de los costes de realización del mismo.
- Se ha aprendido a realizar aplicaciones Web, enmarcadas en la arquitectura cliente servidor.
- Se ha desarrollado la aplicación con un *framework* novedoso, participando en el crecimiento del mismo.

### 6.4. TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro, se podrían ampliar los siguientes aspectos:

- Automatizar la entrada de datos. Los datos de las simulaciones (longitud, frecuencia máxima y mínima, celdas contenidas, etc.), una vez enviadas a CASIMIR Clúster, se pierden. Estos datos podrían guardarse en la base de datos para crear simulaciones patrón, y a la hora de crear una nueva simulación, seleccionar alguna simulación patrón, para no tener que escribir a mano todos los datos.
- Información sobre el estado de CASIMIR Clúster. Podría informarse sobre cómo está la aplicación CASIMIR en el clúster, si está ejecutándose o no, mostrando dicha información en la página principal de la aplicación.
- Ejecución remota de CASIMIR Clúster. Con respecto a la ampliación anterior, también se podría incluir la funcionalidad de poder iniciar CASIMIR Clúster desde la aplicación, cuando se informe que CASIMIR Clúster no se esté ejecutando.



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	119

## APÉNDICE I. BIBLIOGRAFÍA

- R. McCluney. "Introduction to Radiometry and Photometry" (Artech House, Boston, 1994)
- R. Beer "Remote sensing by Fourier Transform Spectrometry" (John Wiley & Sons , New York, 1992)
- N. Brito "Manual de desarrollo Web con Grails" (Ediciones Ágiles, 2009)
- G. Rocher, J. Brown "The Definitive Guide to Grails" (Apress, 2009)
- Rothman LS *et ál.* "The HITRAN molecular spectroscopic database and HAWKS (HITRAN Atmospheric Workstation): 1996 edition." (Transfer 60 pp 665-710, 1998)
- E. Gracia-Cuesta "CASIMIR.Cálculos atmosféricos y simulación de la transmitancia en el infrarrojo" (Proyecto Fin de Carrera L/PFC01781, Universidad Carlos III de Madrid, 2003)
- S. Briz "Teledetección infrarroja de gases atmosféricos mediante espectroscopía FTIR" (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2001)
- <http://grails.org/doc/1.1.1/>, Accedido en 2008, 2009 y 2010
- <http://groovy.codehaus.org/Documentation>, Accedido en 2008, 2009 y 2010

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	120

## APÉNDICE II. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

### A

**Ajax:** acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML, es una técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones interactivas. Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

**Ant (de Apache):** es una herramienta usada en programación para la realización de tareas mecánicas y repetitivas, normalmente durante la fase de compilación y construcción (*build*). Es similar a Make pero desarrollado en lenguaje Java y requiere la plataforma Java.

### C

**CASIMIR:** Cálculos atmosféricos para la SIMulación de la transmitancia en el IR.

**Clúster:** conjuntos o conglomerados de computadoras contruidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora.

**Convención sobre Configuración:** también conocido como CoC es un paradigma de programación de software que busca decrementar el número de decisiones que un desarrollador necesita hacer, ganando así en simplicidad pero no perdiendo flexibilidad por ello.

### D

**Django:** *framework* de desarrollo Web de código abierto, escrito en Python, que cumple en cierta medida el paradigma del Modelo Vista Controlador (MVC).

### E

**Eclipse:** entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar aplicaciones de cliente. Esta plataforma, típicamente ha sido usada para desarrollar entornos de desarrollo integrados (del inglés IDE).

**Escalabilidad:** capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.

### F

**Framework:** estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros programas para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.



Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	121

## G

**Google Chrome:** navegador Web desarrollado por Google y compilado con base en componentes de código abierto como el motor de renderizado de WebKit y su estructura de desarrollo de aplicaciones (Framework).[

## H

**Hibernate:** herramienta de Mapeo objeto-relacional para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) que permiten establecer estas relaciones.

## I

**i18n:** es una práctica común en el idioma inglés (sobre todo en el ámbito de la computación), abreviar *internationalization* como "i18n". La internacionalización es el proceso de diseñar software de manera tal que pueda adaptarse a diferentes idiomas y regiones sin la necesidad de realizar cambios de ingeniería ni en el código.

## J

**Java:** lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

**JRE:** Java Runtime Environment. Es un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas Java.

**JDK:** Java Development Kit. Es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en java. Puede instalarse en una computadora local o en una unidad de red.

**JEE:** Java Platform Enterprise Edition. Es una plataforma de programación para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en lenguaje de programación Java con arquitectura de N niveles distribuida, basándose ampliamente en componentes de software modulares ejecutándose sobre un servidor de aplicaciones.

## L

**LIR:** Laboratorio de Sensores, Teledetección e Imagen en el Infrarrojo.

**Lenguajes de dominio específico (Domain Specific Languages, DSLs):** un lenguaje específico del dominio (DSL) es un lenguaje de programación o lenguaje de especificación dedicado a un dominio de problema particular, una particular técnica de representación del problema, y/o una técnica de solución en particular.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	122

## M

**Mapeo objeto-relacional (Object Relational Mapping, ORM):** una técnica de programación para convertir datos entre el sistema de tipos utilizado en un lenguaje de programación orientado a objetos y el utilizado en una base de datos relacional. En la práctica esto crea una base de datos orientada a objetos virtual, sobre la base de datos relacional. Esto posibilita el uso de las características propias de la orientación a objetos (básicamente herencia y polimorfismo). Hay paquetes comerciales y de uso libre disponibles que desarrollan el mapeo relacional de objetos, aunque algunos programadores prefieren crear sus propias herramientas ORM.

**Mozilla Firefox:** navegador Web libre multiplataforma y está disponible en varias versiones de Microsoft Windows, Mac OS X, GNU/Linux y algunos sistemas basados en Unix.

**MVC:** Modelo Vista Controlador. Es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

**MySQL:** sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario.

## N

**NetBeans:** permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos. Debido a que los módulos pueden ser desarrollados independientemente, las aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software.

## O

**Opera:** es un navegador Web y suite de Internet creado por la empresa noruega Opera Software. La aplicación es gratuita desde su versión 8.50, habiendo sido previamente *shareware* o *adware* y, antes de su versión 5.0, únicamente de pago. Está disponible para Windows, Mac OS X, GNU/Linux, OS/2, Solaris y FreeBSD.

## P

**Plugin:** complemento. Un complemento es una aplicación que se relaciona con otra para aportarle una función nueva y generalmente muy específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la API.

## R

**Rails:** Ruby on Rails. Es un *framework* de aplicaciones Web de código abierto escrito en el lenguaje de programación Ruby, siguiendo el paradigma de la arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC).

## S

**Spring:** *framework* de código abierto de desarrollo de aplicaciones para la plataforma Java.

**SiteMesh:** *framework* para el desarrollo de aplicaciones Web.

Proyecto Fin de Carrera	Página
CASIMIR Web, una interfaz gráfica para una herramienta de cálculo de la Transmitancia y Radiancia en el Infrarrojo	123

## T

**Tomcat:** contenedor de servlets desarrollado bajo el proyecto Jakarta en la Apache Software Foundation. Tomcat implementa las especificaciones de los servlets y de JavaServer Pages (JSP) de Sun Microsystems.

**TurboGears:** *megaframework* para desarrollo Web. Es un *stack* Web completo, que abarca desde el Javascript del cliente hasta un mapeador relacional-objetos para la base de datos.

## U

**Usabilidad:** atributo de calidad que mide lo fáciles que son de usar las interfaces Web.

## W

**WAR:** es un formato de archivo desarrollado por SUN, que agrupa (agrega) todos los archivos de la aplicación en un único archivo, bajo una estructura bien definida. Este archivo tiene una estructura similar al JAR, pero se usa especialmente para archivos JSP, servlets, XML y otros objetos. Más información